

Materiaalitehokkuuden tehostaminen uudisrakennuksen sisävalmistusvaiheessa

Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutukset

Onnela Iida

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Onnela, Iida	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2016
	Sivumäärä 79	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Materiaalitehokkuuden tehostaminen uudisrakennuksen sisävalmistusvaiheessa- Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutukset		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Pitkänen, Seppo		
Toimeksiantaja(t) Lujatalo Oy, Manninen Juha		
Tiivistelmä <p>Materiaalitehokkuuden kehittäminen on ajankohtainen aihe sen kustannusvaikutusten sekä vuonna 2016 muuttuvan jätelainsäädännön vuoksi. Lujatalo Oy tarvitsi lisätietoa erityisesti sisävalmistusvaiheiden materiaalitehokkuuden parantamiseen. Kustannustekijöitä tarkasteltiin materiaalihukasta ja tehdystä työstä jätteiden kuljetukseen ja vastaanottoon saakka. Näkökulmaksi jätteiden osalta valikoitui kustannussäästöjen saaminen materiaalitehokkuudella. Lujatalolla opinnäytetyö liittyi lisäksi vuonna 2015 työmaille järjestettyyn Materiaalitehokkuuskilpailuun.</p> <p>Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutuksia selvitettiin eri palveluntarjoajien yhteyshenkilöiden haastatteluilla ja tutkimalla Lassila & Tikanojan keräämiä jäteraportteja Lujatalo Oy:n työmailta. Vinkkejä ja kustannustietoa materiaalitehokkuuden kehittämiseksi saatiin logistiikkapalveluita tarjoavalta Suomen Rakennuslogistiikka Oy:ltä, jätehuoltopalveluita tarjoavilta yrityksiltä, sekä käytettyjä rakennusosia välittävältä Varasapankilta. Lujatalo Oy:n työturvallisuuspäällikön haastattelulla selvitettiin materiaalivirtojen seuraamisen uusia käytäntöjä. Haastattelut suoritettiin sähköpostihaastatteluina sekä haastattelutilaisuuksina paikanpäällä.</p> <p>Materiaalitehokkuuskilpailuun liittyen laadittiin työmaan toimihenkilöille suunnattu kysely. Tavoitteena oli selvittää miten työmaiden mielestä materiaalihukkaa saadaan pienennettyä ja mitkä olisivat tehokkaimmat keinot kulujen karsimisessa. Tuloksien perusteella materiaalitehokkuuskilpailun koettiin lisäävän työmaan huomiota oikeaoppiseen lajitteluun. Toimihenkilöt toivoivat kuitenkin vielä lisää toimintaohjeita materiaalitehokkaaseen rakentamiseen.</p> <p>Materiaalitehokkaalla toiminnalla on mahdollista saavuttaa kustannussäästöjä. Resurssitehokkuuden lisäämiseen uudisrakennustyömailla löytyy useita kustannuksiltaan kannattavaa keinoja. Työn laadun valvonnan lisäksi resurssitehokkuutta voidaan lisätä esimerkiksi huolellisella logistiikan ja hankintojen etukäteissuunnittelulla. Logistiikkapalveluita ja muita materiaalitehokkuutta tehostavia palveluita voidaan räätälöidä jokaisen työmaan tarpeen mukaisesti. Näin toiminta on kannattavaa myös pieniillä työmailla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) materiaalitehokkuus, sisävalmistustyöt		
Muut tiedot		

Author(s) Onnela, Iida	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2016
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 79	Permission for web publication: x
Title of publication Ways to increase material efficiency at an indoors stage in construction of new buildings Cost impacts for material effectiveness		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Pitkänen, Seppo		
Assigned by Lujatalo Oy, Manninen Juha		
<p>Abstract</p> <p>The evolution of material efficiency is a current topic because of the changing waste legislation in 2016. Lujatalo Oy needed more information about material efficiency, especially in interior construction period. Costs were researched from material losses to waste transport and waste collection. The selected point of view was to study cost savings of material efficiency. The thesis was also a part of Lujatalo's Material efficiency contest in 2015.</p> <p>Cost savings by way of material efficiency were researched by interviewing the contact persons of service provider companies. Lassila & Tikanoja's waste reports from Lujatalo's construction sites were also analyzed. Suomen Rakennuslogistiikka Oy, a logistics company, two waste management companies and a sales agent of used building blocks, Varaosapankki, gave tips and cost information on developing material efficiency. New innovations of following material flows were discussed with Lujatalo's head of work safety. The interviews were conducted by email and at the Lujatalo Jyväskylä's office.</p> <p>An inquiry was also composed concerning the Material efficiency contest and it was targeted at the management of construction sites. The purpose was to find out management's opinions on development of material effectiveness and the most effective ways to decrease material costs. According to the results of the inquiry, Material efficiency contest increased the attention to correct sorting of waste; however, the foremen hoped for more directives to material effective construction.</p> <p>Material-efficient operations enable to reach economic efficiencies. There are many profitable ways to increase resource efficiency on construction sites. The best known way is to control the quality of work, another way is advanced planning of logistics and purchases. Logistics services can be customized to meet the needs of the construction sites. Thus, logistic services are profitable also on small-scale construction sites.</p>		
Keywords/tags (subjects)		
material efficiency, indoor works		
Miscellaneous		

Sisältö

Käsitteitä.....	5
1 Johdanto.....	8
1.1 Tavoitteet	10
1.2 Menetelmät.....	10
1.3 Työnrajaus	11
2 Materiaalitehokkuuden määritelmä	11
2.1 Elinkaariajattelu.....	14
2.2 Resurssitehokkuus.....	14
3 Uudisrakentamisen jätehuollon lainsäädäntöä	14
3.1 Jätehuoltoa säätelevät lait ja asetukset	15
3.1.1 Jätelaki 646/2011 (JL)	15
3.1.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä rakennuslakiasetus.....	16
3.1.3 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta	17
3.1.4 Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012	17
3.1.5 Ympäristönsuojelulaki 527/2014.....	17
3.2 Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma (RAMATE)	18
3.3 Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU).....	18
3.4 Muut jätehuoltoa koskevat velvoitteet.....	19
3.4.1 Jätehuollon suunnittelu-, järjestämis- ja ilmoitusvelvoite	19
3.4.2 Jätteiden kuljetus, siirtoasiakirjat ja kirjanpito	19
3.4.3 Tuotteiden ympäristöselosteet ja ympäristömerkit	20
4 Materiaalihukat sisävalmistusvaiheessa	20
4.1 Sisävalmistusvaiheen työt	20
4.2 Sisävalmistusvaiheen jätteet.....	22
4.3 Materiaalihukan syyt.....	23
4.4 Jätteet, kierrätys ja uudelleenkäyttö.....	24

4.4.1 Metallijäte	24
4.4.2 Kumi ja muovituotteet	24
4.4.3 Puujäte.....	25
4.4.4 Rakennuslevyt	26
4.4.5 Lämmöneristeet	27
5.4.6 Laastit ja tasoitteet	28
4.4.7 Betoni ja tiili.....	28
5 Materiaalitehokkuuden lisäämisen keinot ja kustannustehokkuus	29
5.1 Rakennuksen ja rakenteiden elinkaarisuunnittelu.....	29
5.2 Hankintojen suunnittelu.....	31
5.2.1 Ympäristöystävälliset hankinnat	31
5.2.2 Hankinta-aikataulu	32
5.2.3 Hankintojen suorittaminen	33
5.3 Työmaan logistiikan suunnittelu	33
5.3.1 Logistiikkasuunnitelma	34
5.3.2 Toimitusten suunnittelu ja ohjaus.....	35
5.3.3 Tietovirtojen hallinta	35
5.3.4 Työmaalogistiikan haasteet.....	36
5.4 Työn suunnittelu sekä rakentamisen aikainen laadunvarmistus.....	36
5.5 Rakenteiden suojauksen ja varastoinnin suunnittelu	37
5.6 Työmaan jätehuolto ja jätemäärän karsiminen	38
5.6.1 Jätehuollon suunnittelu.....	38
5.6.2 Jätehuollon toteutus	39
5.7 Jätteen vastaanotto ja kierrätys.....	40
5.8 Muut tehostuskeinot.....	41
6 Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutukset	42
6.1 Kustannuksien muodostuminen	42

6.1.1 Toimituskustannukset	42
6.1.2 Jätekustannukset	43
6.2 Kustannusvaikutusten hallinta	45
6.2.1 Rakennesuunnittelu	45
6.2.2 Logistiikkapalvelut	45
6.2.3 Käytettyjen rakennusmateriaalien hyödyntäminen	46
6.2.4 Rakennusjätteiden lajittelu	48
6.2.5 Kulunvalvontajärjestelmät ja työturvallisuus	51
7 Materiaalitehokkaan toiminnan haasteet	52
8 Lujatalo Oy:n Materiaalitehokkuuskilpailu 2015	53
8.1 Materiaalitehokkuuskysely työmaan toimihenkilöille	54
8.2 Materiaalitehokkuuskyselyn tulokset	55
9 Pohdinta	57
9.1 Opinnäytetyön toteutus	57
9.2 Opinnäytetyön tulokset ja niiden luotettavuus	57
9.3 Tulosten hyödyntäminen	59
Lähteet	60
Liitteet	64
Liite 1. Arviolaskelma jätteiden lajittelun kustannusvaikutuksista	64
Liite 2. Materiaalitehokkuuskilpailu 2015- kysely	68
Liite 3. Materiaalitehokkuuskilpailun keskeiset tulokset	76

Kuviot

Kuvio 1. Jättemateriaalien hyödyntäminen	8
Kuvio 2. Etusijajärjestys.....	15
Kuvio 3. VALTSUn painopisteet.....	19
Kuvio 4. Logistiikkakustannusten suuruus tuoteryhmittäin.....	42
Kuvio 5. Jätekustannusjakauma 2012- 2015.....	43

Taulukot

Taulukko 1. Sisärakennusvaiheen jätteet.....	22
Taulukko 2. Uudisrakentamisen tyypilliset ominaisjättemäärät.....	44
Taulukko 3. Jätejakeiden prosenttiosuudet Positioissa 1 ja 2.....	48
Taulukko 4. Jätehuoltokustannukset Positioissa 1 ja 2.....	49
Taulukko 5. Jätejakeiden prosenttiosuudet Positioissa 4 ja 5.....	49
Taulukko 6. Jätehuoltokustannukset Positioissa 4 ja 5.....	50

Käsitteitä

br-m2	Bruttoala neliömetreinä; tilaohjelman pohjalta laskettu tai suunnitelmasta tai rakennuksesta ulkoseinien ulkopinnan mukaan mitattu kokonaislaajuus. Bruttoalaan lasketaan ohjelma-alaan/hyötyalan lisäksi käytävien, porrashuoneiden, teknisten tilojen sekä rakenteiden ja hormien ala.
Etusijajärjestys	Rakennuksen suunnittelijan ja työmaan on toiminnallaan pyrittävä ensisijaisesti vähentämään syntyvän jätteen määrää tai haitallisuutta. Haltijan on lisäksi valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä se. Mikäli kierrätys ei ole mahdollista, jäte on hyödynnettävä muulla tavalla, esimerkiksi energiana. Jos jätettä ei ole mahdollista hyödyntää, jäte loppukäsittellään. (646/2011 Jätelaki 2011, 8 §.)
Hankintasuunnitelma	Sisältää hankintaluettelon, -aikataulun, hankinnan tavoitteet ja vastuunjaon. Suunnitelma laaditaan työmaan alussa yleisaikataulun pohjalta. Toimitusten oikea-aikaista saapumista työmaalle ja toimitusten pysymistä aikataulussa hallitaan hankinta-aikataulun avulla.
Jäte	Jäte on ainetta tai esine, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä (646/2011 Jätelaki 2011, 5 §).
Jätteen loppukäsittely	Jätteiden sijoittaminen kaatopaikalle, niiden poltto ilman energian talteenottoa tai muuta toimintaa joka ei ole jätteen hyödyntämistä. (646/2011 Jätelaki 2011, 6 §).
Jätehuolto	Sisältää jätteen keräyksen, kuljettamisen, hyödyntämisen ja loppukäsittelyn. Jätehuoltoon lasketaan myös em. toiminnan seuranta sekä loppukäsittelypaikkojen jälkihoito. (646/2011 Jätelaki 2011, 6 §.)

Kotiinkutsu	Tilaajan, usein työmaan, toimittajalle tekemä ilmoitus, jossa ennalta sovitusta toimituksesta varmistetaan toimittussältö ja -ajankohta. Kotiinkutsu koskee koko toimitusta tai useamman erän toimituksissa, ainoastaan yhtä toimituserää. (S-1227 2010, 2.)
Materiaalihukka	Hukkaa syntyy rakentamisen ajoituksesta, puutteellisesta ja virheellisistä suunnitelmista, suunnitelmista poikkeamisesta, suunnitellun materiaalinkäytön ja materiaalistandardien yhteensopimattomuudesta, virheellisestä työnsuorituksesta, huonosta ja puutteellisesta työsuunnittelusta, huolimattomasta työmaajärjestyksestä ja poikkeuksellisista sääolosuhteista johtuva materiaalien muuttuminen käyttökelvottomaksi (S- 1227 2010, 2).
Materiaalivirta	Materiaalitoimitusten fyysiset käsittelyvaiheet (S-1227 2010, 2).
oh-m2	Ohjelma-ala; tilaohjelmassa toimintoihin tarvittava huoneiden sekä tilojen teoreettinen pinta-ala. Ohjelmaneliöihin ei lasketa käytävien, porrashuoneiden, teknisten tilojen, hormien tai rakenteiden pinta-alaa.
Rakennusjäte	Rakentamisessa, korjaamisessa ja purkamisessa syntyvä jättemateriaali, mm. maa- ja kiviaines, puu, lasi- ja paperijäte sekä metalliromu.
Rakentamisen logistiikka	Materiaalivirta sekä niihin sisältyvien tietovirtojen käsittely ja hallinta tuotesuunnittelu- tilaus- toimitus- prosessien aikana (S-1227 2010, 2).

Setitys	Rakennustuotteiden pakkaamista osakohteittain asennuspaketiksi lajittelun vähentämiseksi työmailla. Setitys suoritetaan valmistajan lähettämössä, terminaalissa tai työmaalla. Setit voivat olla yhden tai useamman valmistajan tuotteista kasattuja, uudelleen lavoitettuja asennuspaketteja. (S-1227 2010, 3.)
Uudelleenkäyttö	Rakennustuotteen tai sen osan käyttämistä purkamisen jälkeen samaan tarkoitukseen kuin se on alun perin suunniteltu (RT 69-1 1183 2015, 2).

1 Johdanto

Kulutustason kasvu on lisännyt tasaisesti luonnonvarojen kysyntää ympäri maailmaa. Raaka- aineita käytetään yhä laajemmin myös kehittyvissä maissa. Kasvava tarve nostaa raaka-aineiden hintoja. Materiaalitehokkaalla toiminnalla voidaan saada aikaan suuria kustannussäästöjä. Lisäksi luonnonvarojen tehokas käyttö edistää kestävä kehityksen mallia. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008, 5.)

Talonrakentaminen on yksi suurimpia luonnonvarojen kuluttajia Suomessa. Rakentaminen käyttää noin 10 miljoonaa tonnia rakennusmateriaaleja ja -tuotteita vuodessa. Kun maamassojen osuus vähennetään, rakennusjätteen määrä vuonna 2011 oli 2,2 miljoonaa tonnia. EU:n jätedirektiivi (2008) velvoittaa jäsenmaitaan kierrättämään 70 % vaarattomasta rakennus- ja purkumateriaaleistaan vuoteen 2020 mennessä. Suurin osa jätteestä kertyy korjausrakentamishankkeissa, mutta materiaalitehokkuuteen on syytä kiinnittää huomiota myös uudisrakentamisen puolella. Rakennusjätteiden hyödyntämisaste on Suomessa muihin EU:n jäsen maihin verrattuna huono, joten parannettavaa riittää. (Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma, loppuraportti 2014, 2.)

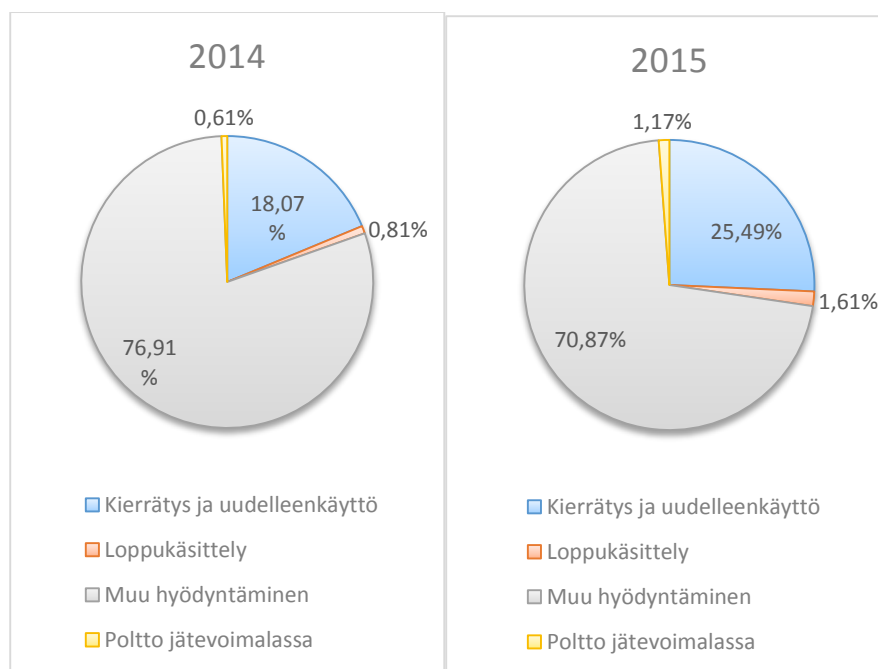
Materiaalitehokkaassa rakentamisessa tuotetaan pitkäikäisiä ja tarpeen mukaan muunneltavia ratkaisuja, joissa rakenteet ja materiaalit ovat helposti purettavia, lajiteltavia ja kierrätettäviä. Tuotantovaiheessa käytetään mahdollisimman vähän raaka-aineita, ehkäistään hävikkiä ja jätteen syntymistä. Samalla syntyy vähemmän päästöjä ja jätteitä. Toiminta säästää luonnonvaroja, ympäristöä ja rahaa.

Ympäristöministeriö on uuden jätelainsäädännön yhteydessä vuonna 2012 julkaissut tavoitteita kierrätyskäytäntöihin. Tavoitteet on asetettu toteutettavaksi vuoteen 2016 mennessä. Asetuksen mukaan jätteen syntymistä on ehkäistävä sekä materiaalitehokkuutta ja jätteen hyödyntämistä lisättävä. Uudistuksen tavoitetilalle vuodelle 2016:

- Materiaalitehokkuuden parantaminen, jätteen määrä ja haitallisuus vähentyminen
- Jätehuolto Suomessa vastaisi edistyksellisten EU- maiden tasoa

- Suomessa on kehitetty vaihtoehtoisia jätteen käsittelymenetelmiä, joista sopivin vaihtoehto pystytään valitsemaan etusijajärjestyksen mukaisesti
 - Kierrätykseen soveltumaton jäte hyödynnetään tehokkaammin energiana
 - Kaatopaikalle sijoitetaan mahdollisimman vähän jätettä
- (Jätealan lainsäädännön uudistus pähkinäkuoressa 2015, 16.)

Työmaiden jätemäärien vähentämiseen on alettu kiinnittää erityistä huomiota viime vuosien aikana. Jättemääriä on pyritty laskemaan syksyllä 2007 aloitetuilla ympäristöasiantuntijan työmaakäynneillä (auditoinneilla) ja koulutuksella sekä jätehuollon toimintamallin tarkemmalla jalkauttamisella. Lajitteluprosentti vuonna 2013 oli uudistyömailla 50 % ja korjaustyömailla 62,5 %. Lujatalon työmailla on pyritty välttämään ympäristövahinkoja mm. pitämällä työmaat ja työtilat siisteinä ja järjestyksessä. Kaikilta työmailta löytyy öljy- ja kemikaalivuotojen torjuntavälineet mahdollisten vahinkojen haittavaikutusten vähentämiseksi.



Kuvio 1. Jättemateriaalien hyödyntäminen Lassila & Tikanojalla vuosina 2014- 2015. Lujatalon työmailta tulleet jätteet. (Jättemateriaalien hyödyntäminen 2015, raportit).

Kierrätyksen ja uudelleenkäytön osuus jätteiden hyödyntämisessä on lisääntynyt lyhyellä aikavälillä. Toisaalta loppukäsittelyyn viedyn jätteen määrä on kasvanut. Materiaalien käsittelyssä ja lajittelussa on siis vielä kehitettävää.

1.1 Tavoitteet

Materiaalitehokas toiminta on noussut viime aikoina erittäin tärkeäksi ja ajankohtaiseksi aiheeksi. Yrityksissä on havaittu materiaalitehokkaasta toiminnasta aiheutuvat kustannusvaikutukset. Aiheen ajankohtaisuutta kasvattaa myös vuoden 2016 alusta muuttunut jätelainsäädäntö. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä lisätietoa sisävalmistusvaiheen materiaalitehokkuuden parantamiseen. Samalla haluttiin selvittää onko materiaalitehokkaaseen toimintaan panostamalla mahdollista saada kustannussäästöjä. Lujatalolla opinnäytetyö liittyi lisäksi vuonna 2015 valmistuneille työmaille kohdistettuun Materiaalitehokkuuskilpailuun.

1.2 Menetelmät

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on määrällinen, eli kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. Työllä pyrittiin selvittämään materiaalitehokkaan toiminnan syy-seuraussuhdetta. Jos rakennustyömaille kiinnitetään enemmän huomiota hankintojen suunnitteluun, työmaan logistiikkaan ja jätehuoltokustannuksiin, saadaanko aikaan kustannussäästöjä? Keskeisinä kysymyksinä olivat lisäksi ”Millä eri keinoin materiaalitehokkuutta voidaan tehostaa?”, ”Onko materiaalitehokkaalla toiminnalla kustannusvaikutuksia?” ja ”Onko resurssitehokkuuteen kannattavaa panostaa?”.

Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutuksia selvitettiin yritysten yhteyshenkilöiden haastatteluilla, Lassila & Tikanojan ja Lujatalo Oy:n sopimustyömaiden jäteraportointia tutkimalla sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta hyödyntämällä. Haastatteluita kerättiin ympäristöhuoltoyrityksiltä (Lassila & Tikanoja ja Sihvari Oy) ja käytettyjen rakenneosien myyntiin erikoistuvilta yrityksiltä. Haastatteluilla saatiin tietoa materiaalitehokkuutta edistävästä toimintatavoista lisäksi rakennuslogistiikkapalveluita tarjoavalta yritykseltä (Rakennuslogistiikka Oy). Lujatalon omista uusista innovaatioista ja työturvallisuuden merkityksestä kustannustehokkaasta rakentamisesta saatiin Työturvallisuuspäällikkö Jukka Moilaselta.

Materiaalitehokkuuskilpailuun liittyen kehiteltiin materiaalitehokkuuskysely, joka suunnattiin työmaiden työnjohdolle ja muille toimihenkilöille. Tarkoituksena oli selvittää mm. miten työmaiden mielestä materiaalihukkaa saadaan pienennettyä ja mitkä olisivat tehokkaimmat keinot kulujen karsimisessa.

1.3 Työnrajaus

Työhön haluttiin mukaan kaikki kustannustekijät materiaalihukasta ja tehdystä työstä jätteiden kuljetukseen ja vastaanottoon saakka. Näkökulmaksi valikoitui yrityksen Ympäristöasiantuntija Pirkko Airaksisen toiveen mukaan ”Kustannussäästöjen saaminen materiaalitehokkuudella”. Lujatalolle oli aikaisemmin tehty opinnäytetöitä runkoihin sekä karkeasti koko rakentamisen aikaisiin jätekustannuksiin ja -kertymiin. Nimenomaan sisävalmistusvaiheen materiaalitehokkuuteen haluttiin lisää tietoa.

2 Materiaalitehokkuuden määritelmä

Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan toimintatapaa tai periaatetta, jolla pyritään vähentämään materiaalihävikkiä ja syntyvän jätteen määrää. Materiaalitehokas suunnittelu tuottaa pitkäikäisiä ja tarpeen mukaan muunneltavia ratkaisuja, joissa rakenteet ja materiaalit ovat helposti purettavia, lajiteltavia ja kierrätettäviä. Materiaalitehokkuus on osa resurssitehokkuutta, joka on osa ekotehokkuutta. Toiminta käsittää luonnon raaka-aineiden mahdollisimman tehokkaan hyödyntämisen. Toiminnalla on vaikutusta rakennuksen ekologisuuteen. Suurin vaikutus on luonnonvarojen käyttöön. Käyttöön otettu luonnonvara pyritään hyödyntämään käyttöön mahdollisimman tehokkaasti. Materiaalitehokkuutta on siis kestävä, laadukas ja pitkäikäisen rakennuksen rakentaminen. Sillä pyritään vähentämään syntyvän rakennus- ja purkujätteen määrää sekä lisää niiden kierrätystä. (Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus 2013).

Materiaali- ja ekotehokkaassa tuotannossa:

- vähennetään materiaalien käyttöä
- minimoidaan energiankulutusta
- tehostetaan logistiikkaa

- pyritään käyttämään uusiutuvia luonnonvaroja
- pidennetään tuotteiden käyttöikää
- tehostetaan kierrätystä

(Materiaalitehokas toiminta säästää luontoa ja rahaa 2008, 7.)

Erään määritelmän mukaan rakentamisen materiaalitehokkuus tarkoittaa harvoin tarvittavien työvälineiden ja tuotteiden lainaamista tai vuokraamista, materiaalihukan minimointia sekä tuotteiden ja materiaalien kierrätystä. Koneiden ja laitteiden huolellisella ja ohjeiden mukaisella käytöllä sekä säännöllisellä huollolla saadaan pidennettyä työvälineiden käyttöikää.

Materiaalitehokkuuden tehostaminen uudisrakentamisessa vaatii monen asian huomioimista rakentamisen eri vaiheissa. Rakennus tulee suunnitella pitkäikäiseksi, helposti ylläpidettäväksi ja korjattavaksi. Materiaalien valinnassa on huomioitava luonnonvarojen kulutus. Neitseellisten luonnonvarojen sijaan tulisi käyttää mahdollisimman paljon kierrätettyjä materiaaleja. Rakennus on suunniteltava ja toteutettava elinkaarensa lopussa purettavaksi niin, että rakennusosat ja materiaalit on helposti kierrätettävissä. Rakentamisen aikana pyritään ensisijaisesti välttämään jätteen syntymistä ja materiaalihukkaa. Rakennusvirheitä pyritään ehkäisemään työn laadun valvonnalla.

Kansallinen materiaalitehokkuusohjelma esittää kahdeksaa toimenpidettä materiaalitehokkuuden edistämiseksi. Ohjelmalla pyritään luomaan edellytyksiä ekologisesti kestäväälle kasvulle sekä uusiutuvien ja uusiutumattomien luonnonvarojen kestävään hyödyntämiseen ja vahvaan osaamiseen perustuvan korkean arvonlisän tuotantoon.

Tutkimus ja koulutus

1. Käynnistetään kokoava tutkimusohjelma materiaalitehokkuuden edistämiseksi

Yritysten työkalut materiaalitehokkuuden kehittämiseksi

2. toteutetaan teollisia symbiooseja vauhdittava kansallinen toimintamalli kolmivuotisena hankkeena

3. kehitetään toimintamalli resurssitehokkaan alueellisen yhteistyön vahvistamiseen
4. käynnistetään tuettu materiaalikatselmushanke viideksi vuodeksi
5. kokeillaan materiaalisopimusmenettelyä materiaalitehokkaan toiminnan vauhdittajana

Lainsäädäntö ja sujuva hallinto

6. toteutetaan ympäristölupien keventämis- ja selkeyttämismalli
 - a. Kv- ja EU-vaikuttaminen
7. ennakoidaan kansainvälistä materiaalitehokkuuspolitiikkaa ja vaikutetaan EU:n materiaalitehokkuuspolitiikan muotoutumiseen
8. vahvistetaan EU:n Life-ohjelman rahoitusta suomalaisiin materiaalitehokkuusohjelmiin

(Rakennusteollisuus n.d.)

Materiaalitehokkuuteen liitetään käsitys jätteen haitallisuudesta ja ympäristövaikutuksista. Yritysten tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota ainevirtoihin sekä sivutuote- ja jätevirtojen hyödyntämiseen. Materiaalin käyttöä on tähän mennessä pysytty tehostamaan standardimerkintöjen sekä moduulimittaisten tuotteiden avulla. Tehdasvalmisteiset betonielementit poistavat paikallavalutekniikassa aiheutuvat ylijäämät.

Kustannussäästöjen edellytyksenä on lisäksi uusien innovaatioiden ja toimintatapojen kehittäminen. Pelkästään rakennustarviketuotantoon ja suunnitteluun keskittyminen ei riitä. Hankinnan, logistiikan ja laskennan suunnittelulla voidaan parhaimmillaan saada suuria kustannussäästöjä ja edistää materiaalitehokasta rakentamista. Syntyviin jätemääriin voidaan vaikuttaa myös kouluttamalla työmaahenkilöstä oikeisiin työtapoihin ja huolellisuuteen. (Karvonen, Lassi, Kuokkanen, 2011, 12.)

Materiaali- ja energiatehokkuuden edistäminen on nykyään rakennusliikkeelle myös kilpailuvaltti. Asiakkaat ovat yhä ympäristötietoisempia ja tukevat kestävästä kehityksestä tukevia toimintatapoja. Energiatehokkaat ratkaisut voivat nostaa yrityksen imagoa ja niillä voidaan saavuttaa kilpailuetua muihin rakennusliikkeisiin nähden.

2.1 Elinkaariajattelu

Elinkaariajattelu on kehittynyt rakentamisen ja ylläpidon keskeiseksi lähtökohdaksi ja käytännöksi. Elinkaariajattelun avulla voidaan toteuttaa sekä pitkäaikaisen käytettävyyden että taloudellisesti ja ekologisesti kestävä kehityksen tavoitteita. Elinkaariajattelun toteuttamista kutsutaan elinkaaritekniikaksi.

Rakennuksen raaka- aineiden käytöstä suurin osa syntyy rakennusosien valmistuksessa ja rakentamisessa. Raaka- aineiden käyttöä voidaan vähentää suosimalla uusiutuvien raaka- aineiden ja sivutuotteiden käyttöä, rakennusosien uudelleenkäyttöä ja materiaalien uusiokäyttöä. Pitkällä aikavälillä raaka- aineiden käyttöä vähennetään suunnittelemalla rakennukset ja rakenteet kestäviksi, muunneltaviksi ja helposti korjattaviksi. (RIL 216- 2001,15- 16.)

2.2 Resurssitehokkuus

Resurssitehokkuuden tavoitteena on käyttää maapallon resursseja kestäväällä tavalla ja vähentää niiden ympäristövaikutuksia. Resurssitehokkuus kattaa materiaalien ja energian käytön tehostamisen, tuotteiden tai jätteiden kierrätyksen ja uudelleen käytön. Kun tuotannossa pyritään vähentämään resurssien käyttöä, saadaan kustannussäästöjä, parannetaan kilpailukykyä ja minimoidaan haitallisia ympäristövaikutuksia. Resurssitehokkuutta edistäviä toimenpiteitä ovat esimerkiksi kierrätystä ja uudelleenkäyttöä tehostavien toimenpiteiden käyttöönotto sekä elinkaaristen ympäristövaikutusten arviointi. Tällä hetkellä kansallisen tason resurssitehokkuutta mitataan laskemalla resurssien käytön ja taloudellisen hyödyn (BKT) suhde. (Rakennusteollisuus n.d.)

3 Uudisrakentamisen jätehuollon lainsäädäntöä

Rakentamisen materiaalitehokkuuteen ohjaavat jätelaki ja -asetus, kaatopaikka-asetus ja EU:n jätedirektiivi, joissa on määräykset rakennus- ja purkujätteille. Jätedirektiivi (2008) velvoittaa jäsenvaltiot tehostamaan jätteen kierrätystä. Rakennusjätteen osalla Suomen tavoitteena on saavuttaa 70 % kierrätysaste materiaalikierrätyksenä

vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteen pohjalta on valmisteltu rakentamisen materiaallitehokkuuden toimenpideohjelmää, joka valmistui 2013 aikana. Ohjelma perustui esiselvitykseen ”Talonrakentamisen materiaallitehokkuuden edistäminen”.

3.1 Jätehuoltoa säätelevät lait ja asetukset

3.1.1 Jätelaki 646/2011 (JL)

EU:n jätedirektiivi astui voimaan vuonna 2008 (2008/98/EY). Sen ensisijainen tavoite luonnonvarojen säästämiseksi on jätteen synnyn ehkäisy. Seuraavana tulee jätteen uudelleenkäyttö tai hyödyntäminen materiaalina ja kolmantena jätteen hyödyntäminen energiana. Vasta viimeisenä vaihtoehtona on jätteen sijoittaminen kaatopaikalle tai poltto ilman energiahyödyntämistä. Tätä toimintaketjua kutsutaan *etusijajärjestyksenä*. (RAMATE-työryhmä 2013, 8.)



Kuvio 2. Etusijajärjestys

Rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii että rakentamisen suunnittelussa ja toteutuksessa toteutetaan jätelain edellyttämää etukäteisjärjestystä. Rakennusosien ja –materiaalien uudelleenkäyttö sekä jätekierrätys ovat etusijalla verrattuna jätteen energiasisällön hyödyntämiseen.

Direktiivin pyrkimys on edistää jätteiden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Lisäksi tavoitteena on vähentää kaatopaikalle vietävän jätteen määrää ja loppusijoitetusta jätteestä aiheutuvia kasvihuonepäästöjä.

Uuden jätelainsäädännön tavoitteena on panna täytäntöön EU:n jätedirektiivissä asetetut tavoitteet kansallisella tasolla. Nykyinen jätelaki astui voimaan 1.5.2012. Jätelakiin on hyväksytty muutoksia (1104/2011, 195/2012, 1178/2013, 25/2014, 410/2014). (Ympäristöministeriö 2015).

Laki sisältää velvollisuuden noudattaa etusijajärjestystä. Tavoitteena on, että vuonna 2020 hyödynnetään muutoin kuin energiana tai polttoaineeksi valmistamisessa vähintään 70 % rakennus- ja purkujätteestä, kallio- tai maaperästä irrotettuja maa- ja kiviaineksia sekä vaarallisia jätteitä lukuun ottamatta. Vuoden 2010 lopussa astui voimaan *jäteverolaki*. Laissa määrätään että kaatopaikalle toimitetusta jätteestä peritään veroa 70 €/t (2015/1401). Jäteveron tavoitteena on vähentää kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrää ja lisäämään jätteen hyödyntämistä ja kierrättämistä.

3.1.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä rakennuslakiasetus

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 (MRL) määrää että kunnan rakennusjärjestyksestä, rakennusluvasta ja -ilmoituksesta. Laki edellyttää alueiden käytön ja rakentamisen järjestämistä niin, että ”luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävää kehitystä”. (Rakentajan ekotieto, uudisrakentaminen, 91.) Esimerkiksi Jyväskylän kaupungin rakennusjärjestys velvoittaa käyttämään rakentamisessa materiaaleja joiden terveellisyydestä, kestävydestä, huollettavuudesta, korjattavuudesta ja käytöstä poistamisesta on kokemusta ja luotettavaa tietoa. (L 5.2.1999/132 1996, 49 §.)

Maankäyttö- ja rakennuslakiasetuksesta 895/1999 (MRA) löytyvät esimerkiksi määräykset kaavoitukselle ja kunnan rakennusjärjestykselle. Lisäksi löytyy ohjeita rakennuksien suunnitteluun. (L 10.9.1999/895 1996).

3.1.3 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (Rakennustyöasetus 205/2009) ohjaa työmaan tilan käytön suunnittelua sekä siisteyttä. Asetuksen mukaan päätoteuttajan on huolehdittava urakan suunnittelussa esimerkiksi

- työmaan järjestelyistä sekä hyvän järjestyksen ylläpidosta työpisteissä ja materiaalien käsittelyssä eri rakennusvaiheissa
 - työmenetelmistä
 - nostotöistä ja siirroista
 - pölyn vähentämisestä ja sen leviämisen estämisestä
- (L 205/2009, 10 §.)

3.1.4 Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012

Jätteiden lajittelua ohjataan valtioneuvoston asetuksessa rakennusjätteistä (Suomen säädöskokoelma 179/2012) sekä kunnallisten jätehuoltomääräyksien avulla. Viimeisimmässä päivityksessä lisättiin erilliskerättävien jätteiden lajeja. Vuoden 2016 alusta astui voimaan muutos momentissa 16§: Rakennus- ja purkujätteen erilliskeräys ja hyödyntäminen. Uudistuksen myötä rakennus- ja purkujätteen haltijan on järjestettävä jätteen erilliskeräys siten, että mahdollisimman suuri osa jätteestä voidaan valmistella uudelleenkäyttöön taikka muutoin kierrättää tai hyödyntää. Merkittävin muutos on muovisten pakkausten keräyskäytännössä. Vuoden alusta lähtien muovijätteen tuottaja vastaa käytettyjen muovipakkausten keräyksen järjestämisestä ja siitä aiheutuvista kustannuksista. Uusi asetus poisti lisäksi erilleen kerättävän jätteen vähimmäismäärän (5 tonnia). (Ratkaisuja muovin kierrätykseen n.d.)

3.1.5 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Ympäristönsuojelulaki määrää selvilläolovelvollisuudesta. Jätteen haltijan on oltava selvillä jätteen alkuperästä, määrästä, lajista sekä laadusta. Hänen täytyy ymmärtää jätteen ympäristö- ja terveysvaikutukset. Haltijan on selvitettävä mahdollisuudet jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseen.

3.2 Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma (RAMATE)

Ympäristöministeriö asetti 10.4.2012 työryhmän nostamaan materiaalitehokkuusnäkökulman profiilia kiinteistö- ja rakennusalalla. Tavoitteena oli lisäksi luoda puitteet EU:n jätedirektiivin tavoitteiden saavuttamiselle. Työryhmän määräaika oli 15.4.2013. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelman päätehtävät ovat rakentamisen ohjaukseen sekä syntyvän jätteen vähentämiseen liittyvien tavoitteiden määrittäminen. RAMATE- työryhmä käsitteli toimeksiannon mukaisesti seuraavia asiakokonaisuuksia:

- 1) tieto, välineet ja osaaminen
- 2) suunnitteluprosessi ja työmaan hallinta
- 3) kierrätys ja uudelleenkäyttö

Työn painopisteenä olivat lisäksi ne toimenpiteet, joilla pyritään rakennusmateriaalien tehokkaaseen hyödyntämiseen, jätteen synnyn vähentämiseen sekä kierrätyksen edistämiseen. Työryhmän tavoitteena oli lisätä tietoa osaamista sekä uudenalasta liiketoimintaa materiaalitehokkuuden lisäämiseksi.

3.3 Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU)

Suunnitelma valmistuu vuoden 2016 loppuun mennessä. Ympäristölainsäädännön nojalla vuonna 2008 valmistunut valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016 asettaa Suomen jätehuollon kehittämisen tavoitteet ja kuvaa toimet tavoitteiden saavuttamiseksi. Alueelliset ympäristökeskukset eli nykyiset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset laativat valtakunnallisen suunnitelman toimeenpanon tueksi alueelliset jätesuunnitelmat. (Hakaste, Peuranen 2014, 15.) Valmistumiseen asti on voimassa nykyinen suunnitelma, ”Kohti kierrätysyhteiskuntaa”. Uuteen valtakunnalliseen jätesuunnitelmaan luodaan tavoitteet, jota kohti jätehuoltoa kehitetään vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi suunnitelma kuvaa toimet tavoitteiden saavuttamiseksi. Tulevan suunnitelmaan on listattu 4 painopistettä.



Kuvio 3. VALTSUn painopisteet

3.4 Muut jätehuoltoa koskevat velvoitteet

3.4.1 Jätehuollon suunnittelu-, järjestämis- ja ilmoitusvelvoite

Rakennushankkeeseen ryhtyvä on rakennus- tai purkulupahakemuksen tai ilmoituksen yhteydessä velvollinen laatimaan selvityksen rakennusjätteen määrästä, lajittelusta ja laadusta.

3.4.2 Jätteiden kuljetus, siirtoasiakirjat ja kirjanpito

Jätteen haltija tekee jätekuljetuksesta ja -käsittelystä sopimuksen jätehuoltorekisteriin merkityn kuljetusyrityksen ja rekisteröidyn tai ympäristöluvallisen vastaanotto-paikan kanssa. Mikäli vastaanottava yritys hoitaa jätteen kuljetuksen, vastuu jät-teestä siirtyy käsittelijälle kun kuorma poistuu työmaalta. Rakennusurakoitsija voi kuljettaa jätteet vastaanottopaikkaan myös itse. Tällöin yrityksen on pääsääntöisesti haettava rekisteröintiä jätehuoltorekisteriin.

Siirtoasiakirja laaditaan aina kun rakennusjätettä siirretään työmaa-alueen ulkopuo-lle. Asiakirjan tarkoituksena on edistää rakennusjätteiden seuranta ja ehkäistä jät-teiden laitonta hävittämistä. Siirtoasiakirjan laatimisesta on vastuussa jätteen haltija, mutta se voidaan kirjallisella sopimuksella sopia kuljetuksen tarjoavan yrityksen teh-täväksi. Siirtoasiakirjoja tulee säilyttää 3 vuotta.

Kirjanpito vaarallisesta jätteestä on pakollinen. Jos yrityksessä syntyvä jätemäärä on vähintään 100 tonnia vuodessa, kaikesta jätteestä on pidettävä kirjaa. Yksittäisellä

uudisrakennustyömaalla kyseinen määrä jätettä syntyy hankkeen ollessa yli 15 000 m³. Kirjanpitoa on säilytettävä 6 vuotta. (RT 69- 11183 2015, 3.)

3.4.3 Tuotteiden ympäristöselosteet ja ympäristömerkit

Jätelainsäädäntö uudistuu edelleen vastaamaan nykyisiä jäte- ja ympäristöpolitiikan määräyksiä ja EU-lainsäädännön vaatimuksia. Uudistuksen tarkoituksena on vähentää jätteen syntyä ja edistää jätteiden kierrätystä. Materiaalitehokkuuden lisääminen vaikuttaa rakennusten elinkaaren huomioimiseen monella tasolla. Kierrätyksen ja uudelleenkäytön järjestämisen lisäksi vaikutusta on suunnitteluun ja työmaatoimintaan sekä rakennusten käytön aikaiseen huoltamiseen. (RT 14- 11103 2013, 16.)

Ympäristöselosteiden avulla pyritään yleistämään rakennustuotteita, jotka kuormittavat ympäristöä vähemmän kuin muut vastaavanlaiset tuotteet. Selosteessa eritellään tuotteen ympäristöominaisuuksia, kuten energian käyttö ja raaka-aineiden kulu. Niissä kuvataan myös esimerkiksi rakentamis- ja käyttö- ja purkuvaiheessa esiintyviä terveysriskejä sekä tuotteiden kierrätystä. Rakennustietosäätiö RTS: n perustama toimikunta hyväksyy ja julkaisee RT-Ympäristöselosteet.

Pohjoismainen ympäristömerkki, eli Joutsenmerkki, myönnetään tuotteille, joiden elinkaaren eri vaiheissa on huomioitu luonnonvarojen käyttö, haitalliset päästöt, jätteet ja mahdollinen hyötykäyttö. Vain ympäristön kannalta parhaille tuotteille myönnetään Joutsenmerkki. Valmistajat hakevat merkin tuotteilleen itse. Merkki on maksullinen.

EU- kukka on koko Euroopan alueella voimassa oleva ympäristömerkki. Se toimii samalla tavalla kuin Joutsenmerkki. Suomessa EU- kukka- merkki on käytössä sisämaaleilla. (Lappalainen 2010, 161.)

4 Materiaalihukat sisävalmistusvaiheessa

4.1 Sisävalmistusvaiheen työt

Ennen sisävalmistusvaiheen katsottiin alkavan, kun runko ja vesikatto ovat valmiit ja vaippa on ummessa. Rakennusta on lämmitetty sekä kuivatettu väliaikaisilla lämmittimillä ja sisäpuoliset työt voidaan aloittaa säältä suojatuissa olosuhteissa. Tiiviiden

aikatauluvaatimusten vuoksi varsinkin kerrostalotyömailla sisävalmistusvaihe voi alkaa aikaisemminkin. Ensimmäisen kerroksen sisävalmistustyöt voidaan aloittaa, vaikka kaikki ylempien kerroksien vaippa ja välipohjat eivät olisikaan vielä asennettu.

Sisärakennusvaihe kestää yleensä pisimpään yksittäisistä rakennusvaiheista. Sivu- ja aliurakoitsijoiden määrä on suurimmillaan sisävalmistusvaiheessa. Rakennusvaiheen aikataulu on sidottava eri urakoitsijoiden omiin aikatauluihin ja työsaavutuksiin.

(Malkki 2015, 18.) Sisätöihin lasketaan sisärakenteiden lisäksi teknisten järjestelmien asennustyöt. Työvaiheeseen lasketaan myös vaipan ummistamiseen liittyvät työt kuten ikkuna- ja parvekeoviasennus.

Työt aloitetaan sisäpuolisten kiinteiden rakenteiden teolla. Näitä töitä ovat tasoitustyöt, koolaukset ja levytykset. Alustoille kiinnitetään pintarakenteet ja tämän jälkeen siirrytään pintojen viimeistelyyn. Viimeisenä vuorossa on kalusteiden asennus, laitteiden ja varusteiden asennukset. Talon sisätöihin kuuluvat myös teknisten järjestelmien eli lämmityksen, ilmanvaihdon, vesijohtojen, sähköjärjestelmien, viemärien ja automaation asentaminen. (Keppo 2003, 3).

Vuonna 2013 päivitetty SisäRYL jakaa sisäpuolen rakennustyöt rakennusosien ja työnosien perusteella. Rakennusosien mukaan työt jaetaan rakennusosiin sekä tekniikkaosiin. Rakennusosilla tarkoitetaan suunnittelussa käsiteltäviä toiminnallisia rakennuksen osia, jotka usein rajaavat tiloja. Kyseisiä osia ovat tilan jako-osat, tilapinnat, tilavarusteet, tilaelementit ja muut tilanosat kuten hoitotasot ja tulisijat. Tekniikkaosaan kuuluvat siirtolaitteet (esimerkiksi hissit ja kuljettimet) ja tilalaitteet (keittiölaitteet ja pesulalaitteet).

Työn osiin jaoteltuna uudisrakennuksen sisävalmistusvaiheeseen sisältyy betoni-, kivi-, metalli-, puu- ja levyrakentamista. Sisätöihin kuuluvat lisäksi lasirakentaminen, eristäminen, pintarakentaminen sekä varustaminen.

SisäRYL määrittelee rakennusalalla yleisesti hyväksytyn hyvän rakennustavan. Julkaisu käsittää talonrakennuksen sisäpuoliset rakennustyöt. Pääkohteina ovat rakennuksen sisäpintojen päällystys- ja verhoustyöt sekä kiintokalustaminen. Käsitellyt sisäpuolen rakennusosat eivät ole kantavia ja jäykistäviä.

4.2 Sisävalmistusvaiheen jätteet

Uudisrakennuskohteissa jäte on pääasiassa pakkausjätettä. Oheisessa taulukossa on esitelty uudisrakennuksen sisärakennustöissä syntyvät jätteet jätelajeittain.

TYÖVAIHEET	Puu	Me- talli	Pahvi	Muovi	Kipsi- jäte	Energia- jäte	Seka- jäte	Betoni
Ikkunat ja parvekeovet	x		x	x				
Kevyet väliseinät	x	x		x	x			
Lattiatasoite ja pintabetonipinnat	x					x	x	x
Tasoitetyöt ja pohjamaalaus	x					x		
Kylpyhuoneen matot ja laatat	x		x	x		x	x	
Saunan puutyöt	x			x				
Kalusteet	x		x	x				
Huoneistojen matot	x			x		x		
Huoneisto- ja väliovet	x		x	x				
Pintamaalaus ja tapetointi	x			x		x		
LVI- kalusteet	x	x	x	x				
Sähkövarusteet	x		x	x		x	x	
Listoitus	x			x				
Koneet ja laitteet	x		x	x		x		
Varusteet	x		x	x		x		
Loppusiivous							x	

Taulukko 1. Sisärakennusvaiheen jätteet

Vaikeasti kierrätettäviä materiaaleja ovat alumiinivahvikkeiset ovet, komposiittirakenteiset ovet, ikkunan karmit ja verhouslaudat. Kyseiset materiaalit joudutaan vie-
mään suoraan loppusijoituspaikkaan eli kaatopaikalle. (Neuvonen 2000, 131.)

Vaaralliseksi jätteeksi luokitellaan kyllästetty puutavara, eräät saumausaineet ja elo- hopealamput. (Kojo, Lilja 2011, 52). Muita vaarallisia jätteitä ovat maalit, lakat, tärpätti ja muut puhdistusliuottimet, akut ja polyuretaanituubijäte. Kyseiset materiaalit on lajiteltava erikseen sekajätteestä. (Rakentamisen jätteet n.d.)

4.3 Materiaalihukan syyt

Suurin materiaalihukkaa aiheuttava tekijä on uusien materiaalien suojauksen puutteet ja siitä aiheutuva materiaalin turmeltuminen. (RAMATE- työryhmä 2013, 6). Kosteudenhallinnan epäonnistumisen lisäksi hukkaa syntyy puutteellisista tai virheellisistä suunnitelmista, poikkeamista sekä ajoitusvirheistä. (Materiaalitehokas rakentaminen n.d.).

Materiaalihukkaa syntyy rakentamisessa lisäksi käytettävien menetelmien johdosta. *Menetelmällisät* on huomioitava tilattavan tavaran menekkiä laskettaessa. Menetelmällisiä koituu esimerkiksi:

- materiaalien limityksessä, jotta saavutetaan riittävän lujuus
- materiaalien mittojen ja rakenteiden yhteensovittamisessa syntyvistä hukkapaloista (liian väljät asennus- ja valmistustoleranssit)

Virheellisestä tai huolimattomasta työsuorituksesta aiheutuvaa materiaalihukkaa kuvataan *työvaihelisätermin* avulla. Hyvällä työn suunnittelulla voidaan ehkäistä tyypillisiä huolimattomuusvirheitä. Hukkaa syntyy ylimittaisiksi leikatuista materiaaleista, liian suurista materiaalivahvuuksista, ylimääräisestä asennetusta materiaalista ja asennuksen aikana turmeltuneesta tavarasta. (1191-S 2000, 3.)

Muita hävikkiä lisääviä tekijöitä voivat olla ahtaat tilat ja kulkuväylät, epäsiisteydestä johtuvat vahingot ja materiaalien puutteellinen tuntemus. Työmestoja on tärkeää pitää koko työskentelyn ajan siistinä ja työntekijät tulee perehdyttää tarkkaan työsuorituksen alussa. (Kojo, Lilja 2011, 56.)

4.4 Jätteet, kierrätys ja uudelleenkäyttö

Etusijajärjestyksen mukaan loppukäsittelyyn toimitetaan vain jätteet, joita ei voida taloudellisista tai laadullisista syistä hyödyntää. Runsaasti orgaanista ainesta sisältäviä jätteitä, kuten puuta, paperia ja muovia, ei saa toimittaa kaatopaikalle. (RT 69-11183 2015, 2.)

4.4.1 Metallijäte

Yleisimpiä metallisia rakennusaineita ovat teräs, alumiini ja kupari. Metallijätettä syntyy esimerkiksi väliseinien peltirangasta ja LVI- kalustuksesta. Metallit ovat pitkäikäisiä ja kestäviä materiaaleja, mutta valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja saastuttaa ympäristöä. Eniten energiaa kuluttaa alumiinin valmistus. Uusiutumattomana luonnonvarana niiden varannot ovat rajallisia.

Metalleja voidaan kierrättää ja romun arvo on erittäin hyvä. Kierrätysromua käytetään valmistusprosesseissa raaka- aineiden korvaajana.

4.4.2 Kumi ja muovituotteet

Muovijätettä ovat tekniset kumit, letkut, putket, pakkausmuovit ja lattiamatot. Jätelain uudistus rajoittaa muovijätteiden sijoittamista kaatopaikoille. Vuoden 2016 alusta voimaan astunut Jätelain uudistus vaatii kierrättämään muovi- ja pakkausjätteet erikseen sekajätteestä. Jatkossa tuottaja tai tähän rinnastettava taho vastaa käytettyjen muovipakkausten ja pakkausmuovien keräyksen järjestämisestä ja siitä aiheutuvista kustannuksista. Uusimpien lajittelu- ja käsittelyteknologioiden avulla sekalaiset ja likaiset muovijätteet voidaan ensisijaisesti hyödyntää materiaalina. (Ratkaisuja muovin kierrätykseen n.d.)

Muovituotteiden käsittely jätteenä on haastavaa. Tuotteiden kestoikä on lyhyt, eivätkä ne sovellu sellaisenaan uusiokäyttöön. Muoveille on pyritty kehittämään ominaisuuksia jotka edistävät sen lahoamista luonnossa. (Lappalainen 2010, 163.)

4.4.3 Puujäte

Puujätettä syntyy sisärakennusvaiheessa tavarantoimituksissa käytetyistä kuormalavoista. Lisäksi materiaalihukkaa aiheutuu esimerkiksi mittahukkana ja materiaalin turmeltuessa varastoinnin aikana. Lajiteltu puujäte on hinnaltaan huomattavasti edullisempaa kuin lajittelematon. Kyllästetty puu on lajiteltuna tavallisen puujätteen kanssa samassa hintaluokassa.

Puujätettä käytetään komposiittimateriaalien raaka-aineena. Puhdasta puujätettä voidaan toimittaa lajiteltuna lämpövoimalaitosten energiakäyttöön tai käyttää hakeuttuna kompostin seosaineena. Kyllästetty puu ja sekajätteenä luokiteltava puujäte (sis. suuria määriä toisia rakenneosia) eivät kelpaa poltettavaksi. Kyseinen puujäte toimitetaan teollisuuden ylläpitämiin vastaanottopaikkoihin ja hyödynnetään sitä kautta energiana. Ehjät kuormalavat voidaan toimittaa uudelleen käytettäväksi. Osittain turmeltunutta puutavaraa voidaan käyttää esimerkiksi muottimateriaalina. Pintavaurioitunutta, mutta muuten ehjiä lautoja voidaan käyttää suojakaiteina. Suojakaiteiltamateriaalin tulee täyttää tarvittavat turvallisuus- ja lujuusominaisuudet (RT 69-11183 2015, 5.)

Puutarvikkeiden turmeltumista ehkäistään varastoimalla tilattu tavara vähintään 30 cm irti maasta. Lisäksi se on syytä suojata katoksella/ suojapeitteellä ja varmistaa tuulettavuus välirimoilla. Sisäkuiva puutavara on varastoitava lämpimään sisätilaan (vältetään ulkonäköä heikentäviä tekijöitä). Hankintoja suunnitellessa kannattaa hyödyntää tasamittaisia ja sekamittaisia puutavaratilauksia kohteesta riippuen. Rakenteissa joissa on paljon samaa pituutta, materiaalihukkaa voidaan karsia tilaamalla määrämittausta tavaraa.

Työmaan sisällä voidaan lisätä puujätteen uudelleenkäyttöä. Hukkapalat kannattaa säästää ja lajitella sekä etsiä mahdollisuuksien mukaan niille uusi käyttökohde. Työ tulee suunnitella niin että viimeisenä tehdään osa jossa hukkapaloja voidaan hyödyntää.

4.4.4 Rakennuslevyt

Materiaalihukkaa syntyy työmenetelmistä sekä seiniin suunnitelluista aukoista. Levytettävillä pinnoilla olevat aukot vähentävät kokonaisten levyjen käyttömahdollisuuksia. Nostoissa ja siirroissa levyt murtuvat herkästi. Erityisen helposti rikkoutuvat kipsilevyjen kulmat. Virheellisestä levyjaosta aiheutuu hukkapaloja. Edellisten lisäksi materiaalihukkaa koituu huolimattomasta työmaavarastoinnista (altistuminen säärasiuksille).

Kierrätys ja uudelleenkäyttö vaativat kipsilevyjen lajittelua erikseen muusta rakennusjätteestä. Kipsilevyjen vastaanottajia ovat kipsilevyvalmistajat. Tehtaalle toimitetuna jäte on maksutonta. Puupohjaiset levyt, esimerkiksi vanerit, kovalevyt ja pinnoitetut puulevyt eli melamiinit, lajitellaan samaan muun puujätteen kanssa (energia-käyttöön).

Materiaalitehokkuutta voidaan edistää määramittaisten levyjen tilaamisella rakennuskorkeuden mukaan. Toimituksen jälkeen vältetään rakennuslevyjen varastoimista ulkona, varsinkin kulkureiteillä. Kipsilevyt ovat erityisen vaurioherkkiä säärasiukselle. Mikäli välivarastointi on välttämätöntä, tilataan levyt valmiiksi suojattuina. Jos levyt eivät tule työmaalle suojattuna, levyt on siirrettävä mielellään suoraan sisätiloihin. Rakennuslevyt varastoidaan aluspuiden päälle.

Materiaali on pyrittävä siirtämään yhdellä siirrolla lopulliseen varastointipaikkaan. Nostoissa on käytettävä apuvälineitä, joilla estetään kulmien turmeltuminen. Sivuttaissiirroissa on suositeltavaa ottaa käyttöön levykärret ja alakattolevyjen asennuksessa apuvälineeksi levyhissit.

Työn suunnittelu on tehtävä tarkkaan. Koolaukset määritellään levymittojen mukaan, jolloin päästään hyödyntämään kokonaisia levyjä. Työskentelyn aikana levyjen mitaus ja leikkaus on tehtävä huolellisesti. Levyillä määritellään levynleikkauspaikka, jossa hukkapalat lajitellaan kokonsa mukaan. Tarpeettomat hukkapalat kuljetetaan jätelavalle. Kulkureittien varrella sijaitsevat seinät levytetään viimeiseksi naarmuuntumisen välttämiseksi.

4.4.5 Lämmöneristeet

Luku sisältää mineraalivillan, solumuovin ja kevytsoran.

Lämmöneristeiden määrä tulee tulevaisuudessa lisääntymään energiatehokkaan rakentamisen vaatimusten mukaisesti. Materiaalimenekkiä laskettaessa materiaalilisää joudutaan laskemaan eniten kevytsoralle. Mineraalivillan materiaalilisä on em. lämmöneristeistä pienin.

Huomattava osa hukkamateriaalista koituu huolimattoman välivarastoinnin seurauksena. Avatut eristepakkaukset tulee suojata huolellisesti taukojen ajaksi ja päivän päätteeksi. Puhallusvillan asennuksessa liian paksu eristekerros aiheuttaa ylimääräistä materiaalimenekkiä ja -kuluja. Yleisin syy liian paksuun eristekerrokseen on se että korkoja ei ole merkattu.

Ylimääräiset eristeet voidaan hävittää sekajätteen mukana. EPS- jäte kelpaa routaeristemateriaaliksi. Mineraalivilla voidaan jauhaa ja käyttää puhallusvillana jos se ei ole kärsinyt kosteusvaurioita. Puukuituvilla voidaan kuivata ja puhalttaa mikäli se ei ole kärsinyt kosteusvaurioita. (Kojo & Lilja 2011, 29.)

Lämmöneristeiden välivarastointi on mielellään lämpimissä sisätiloissa. Ennen kevytsoran asennusta maaperä tasoitetaan tasaiseksi ja merkataan lämmöneristeiden korko-ohjureilla ja -merkinnöillä. Lämmöneristeiden asennus tulee suunnitella rakajaon mukaan. Hukkapaloja voidaan hyödyntää ovien ja ikkunoiden tilkitsemisessä.

Eristystyön etukäteissuunnittelulla vältetään materiaalihukan syntymistä myös muilla tavoin. Esimerkkinä väliseinän eristystyöhön liittyvät ohjeet. Ennen työn aloitusta ikkunat, ovet ja paneelipinnat suojataan asennuskohteen viereltä. Lattia puhdistetaan noin 2 metrin etäisyydeltä väliseinästä. Lähettyvillä olevat rakennustarvikkeet suojataan. Työnjohto varmistaa, että eristettävän seinän mahdolliset sähköasiat yms. on asennettu. Kylminä aikoina on huolehdittava asennustilan lämpötila vähintään +5 °C:een. Lämpötila on tarvittaessa nostettava vuorokautta ennen työn aloittamista. Asennustyön jälkeen on huolehdittava ilman vaihtuvuudesta ja tuuletuksesta. (Ekovilla rakenneopas n.d.)

5.4.6 Laastit ja tasoitteet

Työvaiheet joissa käsitellään laasteja ja tasoitteita ovat mosaiikkibetonityöt, pumpattavat ja käsin levitettävät lattiatasoitetyöt ja betonipinnan hierrot käsin tai koneellisesti.

Ylijäämälaastia syntyy tilapintoihin liittyvissä töissä. Syitä materiaalihukalle ovat esimerkiksi epätasainen alusta tai ylimääräinen valmistettu laasti. Huolimattoman varastoinnin seurauksena kuivalaasti turmeltuu kosteuden vaikutuksesta. Avatun pakauksen turmeltumisen estämiseksi suursäkkejä käytetään vain työvaiheissa jossa ne saadaan käytettyä kerralla. Tällöin kosteuden vaikutuksesta tapahtuvaa kovettumista ei ehdi tapahtua. Kuivalaastit ovat kertakäyttöisiä, märkläasteja voidaan varastoida myöhempää käyttöä varten.

Ylijäämälaasteille ei ole lajitteluvaikeuksia. Kovettuneet laastit voidaan hävittää sekajätteen mukana. Tällainen jäte on kuitenkin painavaa ja aiheuttaa sekajätteen kanssa enemmän kustannuksia.

Kuivalaastien materiaali-ohjeet neuvovat varastoinnissa. Niistä selviää esimerkiksi sallitut käyttöajat. Materiaalit on purettava ja varastoitava kuivissa olosuhteissa. Kosteuden pääsy avattuihin säkkeihin on estettävä riittävällä suojauksella. Säkit säilytetään kuormalavojen päällä suojapeitteillä peitettynä. Työsuunnittelussa määritellään tehtäväksi suuria työkokonaisuuksia kerralla, jolloin ylijäämien osuus valmistetussa laastissa jää vähäisemmäksi. Pienemmissä kohteissa valmistetaan pienempiä laastimääriä kerrallaan.

Laasti tulee levittää ohuina kerroksina jolloin on helpompi valvoa suunnitellun kerroksen toteutumista. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi hammastettua lastaa.

Lattiatasointeja asennettaessa on varmistettava tasoitteen soveltuvuus suunniteltuun käyttötarkoitukseen. Tasoitteen yhteensopivuus päälle tulevan pintakerroksen kanssa varmistetaan tarvittaessa tasoitteen valmistajalta. (RT 14- 11103 2013, 116.)

4.4.7 Betoni ja tiili

Sisärakennusvaiheen betonityöt koostuvat pääasiassa pintabetonitöistä. Pintabetonointeja ovat alusbetonien, suojabetonien, tasausbetonien ja erillisenä työvaiheena

tehdyn pintalaatan teko, kerroksellisten (kelluvien) lattioiden valut sekä betonipintojen imukäsittelyt. (RT 14- 11103 2013, 115.)

Massan välivarastointi aiheuttaa materiaalihukkaa. Betonimassa tarttuu välivarastointiastioihin, kun betonia ei siirretä suoraan autosta valukohteeseen. Välivarastointia joudutaan tekemään yleensä pienissä valukohteissa.

Lajiteltuna ja murskattuna betonijätettä voidaan hyödyntää maankäyttöön, uusiobetoniaksi tai teiden tukirakenteeksi. Jätteen hyödyntäminen maanrakennuksessa vaatii tapauskohtaisesti ympäristöluvan tai ilmoituksen (ilmoitusmenettely). Jätteen vastaanottohinnaan vaikuttaa esim. betonijätteen koko. Betonijätteen vastaanottajia ovat betoniteollisuus, maanrakentajat (murskeena) sekä yleiset jätteen vastaanottajat.

5 Materiaalitehokkuuden lisäämisen keinot ja kustannustehokkuus

Valtioneuvoston valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena oli nostaa jätteiden hyötykäyttöaste vuoteen 2005 mennessä 70 %:iin. Vuonna 2010 yhdyskuntajätteen hyötykäyttöprosentti oli yhä alle 40 %. Lassila & Tikanojan on kerännyt Lujatalo Oy:n työmailta tilastotietoa jätteiden loppusijoittelusta. Tilastojen mukaan vuonna 2015 rakennustyömaalla syntyvästä jätteestä kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön on päätynyt 25,73 %. 70,51 % jätteestä on hyödynnetty muulla tavalla. Hyödyntämistapoja ovat jätteestä valmistetun kierrätyspolttoaineen hyödyntäminen rinnakkaispoltossa tai muut polttoainevalmistukset. Loppukäsittelyyn (=kaatopaikalle) on päätynyt 2,03 % ja jätevoimalassa poltettavaa jätettä on ollut 0,82 % kokonaismäärästä. Energiategokkaan tuotannon keinoja ovat materiaalien vähentäminen, energiankulutuksen minimointi, logistiikan tehostaminen, uusiutuvien luonnonvarojen käyttö ja kierrätyksen tehostaminen. (Karvonen, Lassi & Kuokkanen 2011, 12).

5.1 Rakennuksen ja rakenteiden elinkaarisuunnittelu

Rakennuttaja määrittelee hankkeelle ympäristötavoitteet ja laatuvaatimukset. Suunnittelijan on otettava ne huomioon rakenneratkaisuissa sekä materiaalien valinnassa.

Apuna valinnoissa ovat tuoteselosteet sekä tuotteiden mahdolliset ympäristöselosteet. Maankäyttö- ja rakennuslaki asettaa tavoitteita suunnitteluun. Tavoiteltavia arvoja ovat rakennuksen pitkäikäisyys, muunneltavuus, huollettavuus ja rakennusosien vaihdettavuus sekä terveellinen elinympäristö. (Neuvonen 2000, 92.) Suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota rakennusosien sekä teknisten järjestelmien vaihdettavuuteen sekä korjattavuuteen. Suunnitteluvaiheessa huolehditaan että rakentamisen aikana syntyy mahdollisimman vähän mahdollisimman haitatonta rakennusjätettä. (RT 69- 11183 2015, 8.)

Uudisrakennuksen suunnittelu ja toteutus vaikuttavat syntyvän jätteen määrään koko elinkaaren ajan. Tehokas tapa ohjata rakennuskustannuksia suunnitteluvaiheessa on ohjata rakennuksen tilan käytön tehokkuutta ($\text{br-m}^2/\text{oh-m}^2$) ja rakennuksen massoitteita. Ohjauksella pystytään vaikuttamaan rakennuksen kokoon ja rakennusosien määrään. (Neuvonen 2000, 57.) Uudisrakennukset tulisi suunnitella pitkäikäiseksi sekä helposti korjattaviksi, muunneltaviksi, huollettaviksi, ja ylläpidettäviksi. Avainsanana ja edellä mainittuja ominaisuuksia yhdistäväksi tekijäksi voidaan nimetä muuntojoustavuus. Rakenteet tulee suunnitella kestäviksi, koska rakennuksen käyttöikä on pitkä. Yksinkertaisuus säästää materiaaleja ja lisää rakenteen helpohoitaisuutta. (Lappalainen 2010, 161.)

Tietomallinnuksen hyödyntäminen suunnittelun eri vaiheissa parantaa edellytyksiä materiaalitaseen hallintaan. (RAMATE- työryhmä 2013, 14.) Rakennesuunnittelupuolella käytettäviä ohjelmistoja ovat Tekla Structures ja Revit Structure. Mallit luodaan siten, että niistä voidaan suoraan lukea rakenneosien määrät. Tietomallit havainnollistavat suunnitteluratkaisuja ja auttavat suunnittelun yhteensovittamista. Malleilla tuetaan myös hankkeen kustannus ja elinkaarianalyyssejä. Määrälaskenta tietomallista antaa tarkemman tuloksen kustannus- ja määrälaskennassa. Oikein toteutettu mallipohjainen määrälaskenta ja valmiit raporttipohjiin perustuvat määräluettelot poistavat päällekkäistä työtä. Samalla tuottavuuskin parantuu. (Viinikainen 2015.)

Tarvittaessa suunnittelijan on laadittava erillinen ympäristöselostus. Selostus sisältää mm. energiankulutuksen tavoitearviot sekä käyttöikäsuunnitelman. Rakennuttaja ja suunnittelijat voivat asettaa vaatimuksia myös työmenetelmille. Esimerkiksi sisäilman puhtausluokitus tuo erikoistoimenpiteitä rakentamiseen. (Neuvonen 2000, 80- 82.)

Sisävalmistusvaiheessa syntyvät ympäristökuormitukset aiheutuvat rakennusosiin si-
toutuneista ympäristökuormista. Tällaisia ympäristökuormia ovat energia- ja raaka-
ainesisällöt sekä päästöt. Rakennusmateriaalit on valittava siten, että valmistaminen
ja hävittäminen tuottavat mahdollisimman vähän ympäristö- ja terveyshaittoja. Ma-
teriaalien tulee olla kestäviä, korjattavia ja helposti kierrätettäviä. (Lappalainen 2010,
161.) Suunnittelijan tulee valita materiaaleja jotka soveltuvat kyseiseen rakentee-
seen. Hankalasta rakenteiden yhteensovittamisesta syntyy materiaalihukkaa. Raken-
nusmateriaaleiksi valitaan sellaisia, jotka kestävät työmaan olosuhteet vaurioitu-
matta ilman vaikeaa suojausta. Säänkestäviä materiaaleja kannattaa suosia tilan-
teissa joissa materiaalilta vaaditaan pitkää rakennusaikaista sääkestävyyttä. Tilojen ja
rakenteiden suunnittelussa käytetään moduulimittoja jolloin hankinnoissa voidaan
hyödyntää vakiokokoisia rakennusmateriaaleja. (1191-S 2000, 5.)

5.2 Hankintojen suunnittelu

5.2.1 Ympäristöystävälliset hankinnat

Hankinnoilla on suuria vaikutuksia energian ja rakennustuotteiden kulutukseen sekä
jätteiden määrään. Perinteisten tuotteiden tilalle on pyrittävä valitsemaan ympäris-
töystävällisempiä vaihtoehtoja, kuten Joutsenmerkin saaneita tuotteita. Rakennusle-
vyjä, akustiikkalevyjä, saumausmassoja, sisämaaleja, kalusteita ja lattiapäällysteitä on
saatavana kyseisellä merkillä varustettuna. (Lappalainen 2010, 161.; Joutsenmerkityt
tuotteet n.d.)

Ympäristövaatimukset hankinnoille on määritelty erikseen suunnitelmissa sekä urak-
kasopimuksessa. Hankintakriteerejä voivat olla esimerkiksi käyttöikävaatimukset,
pintamateriaalien päästövaatimukset tai energiatehokkuus. (Neuvonen 2000, 82.)
Hankinnoista vastaavien henkilöiden perehdyttäminen ympäristöasioihin edistää ma-
teriaalien tehokasta käyttöä.

Ympäristöasia on syytä huomioida myös materiaalitoimittajaa valittaessa. Toimittajat
voidaan arvioida sen perusteella, kuinka hyvin yrityksessä otetaan huomioon laatu- ja
toimitusvaatimukset sekä kierrätys. Esimerkiksi missä määrin betonitehdas on pereh-
tynyt ylijäämäbetonin kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön.

Materiaalitehokkuutta voidaan tehostaa tilaamalla moduulimittaisia rakennusmateriaaleja vakiokokojen sijaan. Mahdollisimman pitkälle muualla esivalmistettuja tuotteita kannattaa suosia. Moduulimittaiset elementit ja puutavara ovat ostohinnaltaan kalliimpia, mutta ne säästävät aikaa ja työmenekkiin liittyvät kustannukset alenevat. Lisäksi hukkapaloja syntyy vähemmän. (Kojo & Lilja 2011, 52- 56.) Näillä valinnoilla nopeutetaan rakennuksen valmistumista, materiaalihukka minimoidaan ja parannetaan rakentamisen laatua. Määrämittaisten tuotteiden osalta määrälaskennassa tulee olla tarkka. Teoreettiset materiaalimenekit lasketaan piirustuksista. Materiaalilisien huomioimiseen löytyy ohjeet esimerkiksi RATU- korteista ja oppaista. Yksi laskennan apuväline on Ratu suunnitteluohje 1191-S: *Rakennustyön materiaalisät ja –hukat*.

5.2.2 Hankinta-aikataulu

Hankinta-aikataulu sitoo hankinnat työaikatauluun. Tällä varmistetaan materiaalien ja rakennusosien oikea-aikainen toimitus työmaalle sekä aliurakoiden aikataulun mukainen aloitus.

Hankintatapahtumat on aloitettava riittävän ajoissa että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle sekä neuvotteluille ja päätöksille jää tarpeeksi aikaa. Hankintojen aikatauluttamiseen vaikuttavat lisäksi markkinatilanne, hankinnan kriittisyys ja hankintaan liittyvän suunnittelun tarve. Hankinta- aikataulu on osa hankintojen suunnittelua. Työsuunnittelija tai työmaainsinööri laatii hankinta- aikataulun yhdessä vastaavan työnjohtajan ja hankinnoista vastaavan henkilön kanssa yleisaikataulun laatimisen jälkeen.

Hankinta-aikataulun lähtötiedot saadaan hankeaikataulusta. Rakentamisaikana hankinta-aikataulua käytetään seurantatyökaluna. Aikatauluun merkitään suoritettut, aikataulussa olevat toiminnot. Hankinta-aikataulua käytetään yhdessä muiden aikataulujen kanssa jotta hankinta-ajankohtien poikkeamiin pystytään reagoimaan ajoissa.

Hankinnoista vastaavat henkilöt merkitsevät aikatauluun hankintatiedot työmaalta tai suunnittelijoilta. Tiedot tarjouspyyntöjen ajankohdista, sopimus- ja tilausajankohdista sekä toimitusajankohdista välitetään hankintaosastolle. Myös toimituksen varmistamisajankohdat kannattaa merkitä. Tällöin toimittajan tai urakoitsijan kanssa

varmistetaan, että työmaa ja toimitus ovat alkuperäisessä aikataulussa. Muita merkittäviä ajankohtia ovat kotiinkutsut, toimitusten valmistelu työmaalla (nosto- ja purkukaluston ja henkilöstön varaaminen) sekä toimitusajat, jolloin tuotteet otetaan vastaan, tarkastetaan, siirretään ja suojataan. (RT KI-6021 2011, 51- 53.)

5.2.3 Hankintojen suorittaminen

Sekä hankintojen suunnittelussa sekä rakennusaikana materiaalitarve on suunniteltava tarkkaan etukäteen. Materiaalitalaukset on syytä tehdä hyvissä ajoin. Esimerkiksi keittölaitteilla ja joillain erikoismateriaaleilla toimitusajat voivat olla pitkiä. Varsinkin säälle alttiiden materiaalien kohdalla tilauksen oikea-aikainen toimitus on avainasemassa materiaalin vaurioitumisen välttämiseksi. Parhaassa tilanteessa tuote voidaan siirtää suoraan käyttökohteeseensa. Sisävalmistusvaiheen suurimmista työkokonaisuuksista on pyydettävä tarjoukset jo yleensä ennen rakennustyömaan alkua ja siten tiedetään jo hyvissä ajoin ennen rakennusvaiheen alkua, kuinka työt kyseisellä työmaalla etenevät. (Malkki 2015, 18.)

Tilaukset tulee tehdä JOT- ajattelun mukaisesti. JOT on lyhenne sanoista Juuri Oikeaan Tarpeeseen: materiaaleja valmistetaan, siirretään ja kuljetetaan todellisen tarpeen mukaan. Materiaalit ovat mahdollisuuksien mukaan vain vähän aikaa varastoituna työmaalle ja turmeltumisalttiina. Suunnitelmien muutoksiin on tällöin helpompi reagoida kuin tilanteessa jossa kohteen kaikki materiaalit tilattaisiin kerralla. Lopullinen materiaalimenekki pystytään arvioimaan tarkemmin kun loput tilaukset tehdään hyödyntäen rakennuskohteessa jo syntyneitä menekkilisätietoja. Pitkäaikaiseen varastointiin joutuvat materiaalit tulee tilata suojattuna. Väärin tai huonosti hoidetusta suojauksesta on reklamoitava toimittajalle. (S- 1191 2000, 5.)

5.3 Työmaan logistiikan suunnittelu

Useat tutkimukset saksalaisilta rakennustyömailta osoittavat että noin 1/3 projektin toteutusajasta kuluu logistiikkaan. Boenert ja Blömeke (2006) arvioivat että hyvin suunnitellulla ja organisoidulla työmaalogistiikalla on mahdollista säästää 10 % työn kestossa tai 4 % varustelukustannuksissa. (Bargstädt & Voigtmann 2010, 1.)

5.3.1 Logistiikkasuunnitelma

Logistiikkasuunnitelma on yhteenveto työmaan alkuvaiheessa käytettävistä nosto- ja siirtokalustosta sekä kulkuaukkojen ja siirtoreittien rakentamiseen käytettävistä resursseista. Suunnitelma laaditaan erikseen runko- ja sisävalmistusvaiheeseen. Logistiikkasuunnitelmassa etsitään vaihtoehtoja perinteisille tuotteiden toimitustavoille. Perinteinen logistiikkaketju tuo hyötyä lähinnä tavarantoimittajalle. Työmaalle toimitetaan liian suuria kuormia ja piha-alueelle joudutaan varastoimaan tuotteita tarpeettoman kauan.

Hankinta voidaan ajatella kokonaisuudeksi. Se on hoidettu loppuun vasta, kun tuotteet on asennettu ja jätteet siivottu. Logistiikkasuunnitelman avulla rakennustuotteiden käsittely, siirrot ja siivous pyritään minimoimaan. Suunnittelun tavoitteena on yksinkertaistaa logistiikkatoiminnot. Jokaisen turhan työvaiheen ja riskin poistaminen pienentävät kustannuksia. Materiaalivirtojen ohjaus ja käsittelyvaiheiden vähentäminen pienentävät materiaalihukkaa ja tuotteiden vaurioitumista.

Logistiikkasuunnitelmassa päätetään myös se, mitä tehdään itse ja mitä palveluita ostetaan ulkopuolisilta. Tavarantoimittajat tarjoavat ostajille toimituksiin erilaisia lisäpalveluita. Palveluiden tarkoitus on helpottaa työmaan logistiikkaa. Ennen tilauksia urakoitsijan on arvioitava, tuleeko logistiikkapalvelu edullisemmaksi kuin vaiheiden toteuttaminen työmaalla. Tarjolla olevia palveluita:

- materiaalien leikkaus määrämittaan
- pakkausmerkinnät (kerros-, huoneisto- tai huonekohtainen merkintä)
- setitys (= materiaalien kokoaminen asennuspaketiksi) käyttötarpeen mukaan → kannattavaa sisävalmistusvaiheessa
- auton lastaus ja purku käyttöjärjestyksen mukaan
- materiaalitoimitus sisällä suoraan asennuskohteeseen
- suojaava pakkaaminen (tapauksissa jossa joudutaan välivarastoimaan tuotteita)
- toimituserien kokojen ja lukumäärien räätälöinti käyttötarpeen mukaan
- kuljetusten järjestely siten että samalla kuormalla saadaan kuljetettua useita materiaaleja.

Logistiikkapalveluilla saatavia hyötyjä on kohteesta riippuen monia. Työvaiheita, kuten kuormien ylimääräisiä purkuja, turhia siirtoja ja käsittelyvaiheita pystytään karsimaan. Lisäksi rakennusurakoitsijan taakkaa helpottaa, kun toimituserien valvonta on logistiikkakeskuksen hallinnassa. (Wegelius- Lehtonen, Pahkala, Nyman, Vuolio & Tanskanen 1996, 9, 66- 70.)

5.3.2 Toimitusten suunnittelu ja ohjaus

Rakennustyömaan toimituksia ohjataan ajoittamalla toimitukset niin, että materiaalit ovat työmaalla oikeaan aikaan ja työt voivat edetä suunnitellusti. Työmaan logistiikka on suunniteltava riittävän ajoissa jotta toimitusten hallinta ja työn sujuvuus voidaan varmistaa. Logistiikkaratkaisut esitetään nosto- ja siirtokalustosuunnitelmissa sekä työmaan aluesuunnitelmassa. Aluesuunnitelmasta näkyvät mm. materiaalien ja tuotteiden vastaanotto-, purku- ja varastointipaikat, ajoreitit, siirtoreitit ja työpisteet sekä työmaan lohko- ja paikkajako. (S- 1227 2010, 16.)

Rakennustyömaan logistiikan suunnittelun osapuolia ovat rakennusliike, materiaalin-toimittaja sekä suunnittelutoimisto. Pääurakoitsijan rooli kokonaislogistiikan koordinoijana on merkittävä. Logistiikan hallinnan osatekijät ovat toiminnan kustannukset, laatu, aika, täsmällisyys. Ensisijainen logistiikan hallinnan tavoite on kustannussäästöjen aikaansaaminen resurssien käyttöä tehostamalla. (Wegelius- Lehtonen ym. 1996, 13.)

Kiinteistön ympäristövaikutuksen ohjauksessa merkittävä tekijä on rakennuksen sijainti. Sijainti vaikuttaa esimerkiksi lähellä oleviin liikenneyhteyksiin ja kunnallistekniikan tarpeeseen. Ihanteellisessa tilanteessa tontti on peruspalvelujen äärellä. Keskeinen sijainti vähentää liikennöintitarvetta ja kuljetuskustannuksia. Kohteen sijainti määritellään tarvesuunnitteluvaiheessa. (Neuvonen 2000, 78.)

5.3.3 Tietovirtojen hallinta

Rakennusliike on avainasemassa myös tietovirtojen hallinnassa. Pääurakoitsija on linkki rakennuttajan ja suunnittelijan sekä materiaalitoimittajien ja aliurakoitsijoiden välillä. Työmaan *tulologistiikalla* tarkoitetaan saapuvien rakennustuotteiden materiaalivirtojen ja niiden tietovirtojen hallintaa. Työmaan *lähtölogistiikka* puolestaan kat-

taa jätteiden ja kierrätettävien tuotteiden toimituksen uudelleenkäyttöön, kierrätettäväksi tai kaatopaikalle. (Wegelius- Lehtonen ym. 1996, 13.) Tehokas rakentamistyömaan toimitusketjun hallinta alentaa riskejä ja nostaa tuottavuutta. Hankintojen toimitusketjun hallintaprosessi koostuu materiaalihankinnoista, rakennustarvikkeiden vuokrauksesta/ ostosta sekä aliurakkasopimuksien teosta. Kun prosessit viedään läpi jakaen tietoja kokonaisvaltaisesti eri osapuolten kanssa, hankintojen aikana syntyy vähemmän häiriöitä. Rakennustyömaan toimitusketjun hallinta perustuu materiaalien koordinointiin, tiedotukseen ja rahavirtoihin eri toimijoiden välillä.

Tiedonjakaminen on elintärkeää jokaisessa rakennusprojektissa. Projektien aikataulut ovat tiukkoja joten tiedonkulun on toimittava dynaamisesti. Hankintojen informaatiketjussa on kolme astetta, joiden avulla prosessi pystytään pitämään hallinnassa. Nämä asteet ovat hankintojen valmistelu, sopimusten valmistelu ja toteuttaminen sekä projektinhallinta. (Benton Jr, McHenry 2010, 129- 131.)

5.3.4 Työmaalogistiikan haasteet

Hankinta- ja toimitusketjussa esiintyy monia ongelmakohtia joita poistamalla voidaan karsia kustannuksia huomattavasti. Hankinnan valmisteluvaiheessa ongelmia voivat olla hankinnan väärä käynnistysajankohta, logistiikkakustannusten vertailun puute tai hankinnan ja työmaan yhteistyön puute. Tarjouspyyntö- ja sopimuksentekovaiheessa on tärkeää arvioida tarvittavien logistiikkapalvelujen tarve. Muutoksista tiedottamisen ketju on pidettävä toimivana. Aikataulu- sekä määrämuutoksista tiedottaminen on tehtävä heti tarpeen ilmetessä. Toimitusten varmistus ja materiaalien käsittely työmaalla sisältävät monia mahdollisia ongelmakohtia. Kustannuksia voivat aiheuttaa myöhässä tehty toimituksen varmistus, liian suureksi arvioidut pelivarat toimitusajoissa, kuljetus- ja purkukaluston yhteensopimattomuus, huolimaton varastointi ja suojaus tai materiaalien sovitusta poikkeava toimitusaika- tai järjestys. (Wegelius- Lehtonen ym. 1996, 42.)

5.4 Työn suunnittelu sekä rakentamisen aikainen laadunvarmistus

Ennen varsinaista toteutusta on tehtävä huolellinen tehtävänsuunnittelu. Pääsuunnittelija (yleensä arkkitehti) sovittaa yhteen rakennusosat ja talotekniikan. Suunnitelmat on hyvä tarkistaa myös työmaalla.

Urakka-asiakirjoilla sekä rakentamisen aikaisella valvonnalla vaikutetaan esimerkiksi rakennustöiden puhtauteen ja kosteusvaurioiden välttämiseen. Talotekniikan toimivuus tarkastetaan toimintakokeilla sekä -tarkastuksilla. Talotekniikan toteutus on keskeinen ympäristötekijä. (Neuvonen 2000, 95- 96.)

Rakennustyömaan ympäristöasioista vastaa urakoitsija. Urakoitsijalle määritetään ympäristövaatimukset urakka-asiakirjoissa. Rakentamisen aikana on pyrittävä ensisijaisesti estettävää jätteen syntymistä. Työmaalle laadittavalla ympäristösuunnitelmalla pyritään varmistamaan tavoitteiden täyttymistä rakentamisen aikana. Rakentaminen kuljetuksineen, siirtoineen, varastointineen ja suojauksineen sisältyy hankkeen ympäristötavoitteisiin. Ympäristösuunnitelma on yleensä osa laatusuunnitelmaa. (Neuvonen 2000, 95- 96.)

Oikeanlaisen työskentelymenetelmän valinta ja sopivan työkoneen hankinta työstettävälle materiaalille ovat esimerkkejä materiaalitehokkaista ratkaisuista. Lisäksi materiaalin käyttö on suunniteltava niin, että hukkaa syntyy mahdollisimman vähän. Jos valittu menetelmä havaitaan sopimattomaksi, voidaan sitä kehittää siten, että hukkaa syntyisi mahdollisimman vähän. Työkoneiden ja -laitteiden oikea käyttö, käsittely ja huolto lisäävät käyttöikää ja edistävät tällä tavoin materiaalitehokkuutta. (Ympäristöosaava.fi N.d.)

Materiaalihävikkiä saadaan karsittua lisäksi työmaan tilankäytön etukäteissuunnittelulla sekä ylläpitämällä siisteyttä. Rakentamisen aikana tärkeitä toimenpiteitä edellä mainittujen lisäksi ovat toteutuksen ohjaus, työmaakokoukset ja tarkastukset, valvonta sekä työturvallisuus. Työmailla on edellytettävä normaalia korkeampaa laadunvarmistusta, jotta ympäristökuormaa saadaan laskettua.

5.5 Rakenteiden suojauksen ja varastoinnin suunnittelu

Rakennusmateriaalien puutteellinen suojaus ja kosteusvauriot aiheuttavat materiaalihukkaa. Ideaalitilanteessa tilattu materiaali voidaan toimitettaessa kuljettaa suoraan käyttökohteeseen. Aina välivarastoinnilta ei voida kuitenkaan välttyä. Tällöin varastointipaikat ja suojaus on suunniteltava niin, ettei kolhiintumista tai turmeltumista sattuisi. Rakennusmateriaaleille haitallisia säärasituksia ovat esimerkiksi sade, lumi sekä UV- säteily.

Suojaustavat voidaan jakaa kahteen kategoriaan: valmiiden rakenteiden antamiin suojiin ja väliaikaisiin suojiin. Valmis suojarakenne on yleensä vesikatto. Väliaikaisia suojarakenteita ovat sääsuojahallit, suojapeitteet, tavarakontit sekä solumuovimatot. Sääsuojaus suunnitellaan tapauskohtaisesti. Huomioitavia asioita ovat suojauksen riittävä lujuus ja ankkurointi sekä varastotilojen riittävä ilmanvaihto. Suojan alle on jätettävä riittävästi tilaa, jotta materiaalien siirrot ja nosturin käyttö ovat mahdollisia. Toimiva suojaus ei hankaloita merkittävästi rakentamista.

Materiaalien siirrot on suunniteltava etukäteen huomioiden tilausten saapumisajan kohta. Materiaaleja ei saa siirrellä tarpeettomasti ennen lopullista kiinnittämistä.

Tarkemmat tuotekohtaiset varastointi- ja käyttöohjeet löytyvät tuoteselosteista. Ohjeista selviävät materiaalien sallitut varastointiajat sekä suojausohjeet. Välivarastoivat materiaalit tulee sijoittaa paikkaan jossa ne eivät haittaa työmaan liikennettä ja toimintaa. (S- 1191 2000, 5.) Sääsuojaus on muistettava myös valmiissa rakenteissa, jottei turmeltumista tapahdu asennetuille rakenteille ja rakennusosille. (Materiaalitehokas rakentaminen n.d.)

5.6 Työmaan jätehuolto ja jätemäärän karsiminen

5.6.1 Jätehuollon suunnittelu

Valtioneuvoston rakennusjätepäätöksellä ohjataan rakennusjätteen lajittelua. Päätöksen tavoitteena on vähentää rakennusjätteen määrää ja haitallisuutta. Lisäksi sillä pyritään lisäämään jätteen hyödyntämistä. (Neuvonen 2000, 130.) Kaupallisissa asiakirjoissa on nimettävä työmaapalveluista vastaava urakoitsija sekä ne urakat ja hankinnat, joita työmaapalvelut koskevat (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998). Ellei ole toisin kerrottu, työmaapalveluihin kuuluu työmaan sisäisen jätehuollon järjestäminen sekä jätteiden poiskuljetus, rakennuskohteen ja yhteisten sosiaalilojen siivous, puhtaanapito ja lumityöt. Lähes poikkeuksetta pääurakoitsija vastaa jätehuollon järjestämisestä. Työmaalle tulee nimetä ympäristöhuollosta vastaava henkilö. Näin voidaan varmistua jätehuollon tavoitteiden saavuttamisesta.

Jätteiden lajittelun onnistuminen edellyttää että kaikki työmaalla työskentelevät ovat tietoisia lajitteluvaatimuksista. Sekä oma henkilöstö että ali- ja sivu-urakoitsijat on

perehdytettävä työmaan kierrätyskäytäntöihin. Pääurakoitsija voi velvoittaa ali-urakoitsijat noudattamaan lajitteluperiaatteita aliurakkasopimuksessa. Täten jokaisen urakoitsijan on huolehdittava työssään syntyvien rakennus- ja pakkausjätteiden asianmukaisesta lajittelusta. Jätehuollon velvoitteet tulee mainita myös siivousurakkasopimuksessa. Jätehuollon ohjaamisen helpottamiseksi työmaalle on suositeltavaa laatia kirjallinen *jätehuoltosuunnitelma*. Kirjalliseen suunnitelmaan kannattaa liittää lisäksi työmaan aluesuunnitelma.

Syntyvän jätteen määrän tarkastelu rakennustyömaalla on yksi materiaalitehokkuuden arvioimisen keinoista. Ehkäisemällä jätteen syntymistä, pienennetään jätteestä aiheutuvia kustannuksia ja ympäristöhaittoja. (Karvonen, Lassi, Kuokkanen 2011, 9.) Ympäristöhuolto vähentää hyvin hoidettuna kustannusten lisäksi ennakoimattomia vahinkoja sekä ennaltaehkäisee työtapaturmia. (Lassila & Tikanoja lajitteluapuri N.d.)

5.6.2 Jätehuollon toteutus

Vaaralliset jätteet on aina pidettävä rakennustyömaalla aina erillään muusta jätteestä. Vaarattomaksi luokiteltavista jätteistä on kerättävä erikseen:

- betoni-, tiili- ja kivennäislaattajätteet
- keramiikkajätteet
- kipsipohjaiset jätteet
- kyllästämättömät puujätteet
- metallijätteet
- lasijätteet
- muovijätteet
- paperi- ja kartonkijätteet.

Suuret hukkaerät kannattaa kerätä erikseen ja tilata lavoille tyhjennys. Energiajätteen voidaan lajitella pakkausten muovikalvot, EPS- lämmöneristeet ja pienet puupalat. Tehokkain lajittelutapa on syntypaikkalajittelu materiaalin mukaan. Mikäli työmaalla ei ole aikaa lajitteluun, jätteenkuljetusfirmat voivat tehdä sen sopimuksen mukaan. Tarjolla on yhä enemmän rakennusjätteiden hyödyntämiseen erikoistuneita yrityksiä. Vaaralliset jätteet ja suuret kipsijättemäärät on kuitenkin kerättävä erikseen jo työmaalla. (Rakentamisen jätteet n.d.)

Lassila & Tikanoja järjestää sopimusasiakkailleen rakennusjätteiden lajittelukoulutukset työmailla veloituksetta. Lisäksi työntekijöitä voidaan ohjeistaa mm. asentajaryhmäkohtaisilla lajitteluohjeilla. L & T:n Ympäristöpalveluista vastaava Jari Heino kertoo yrityksen tarjoavan lajittelun helpottamiseksi eri jätelajien keräilyyn työmailla erikokoisia pyörällisiä astioita, rullakoita, muovinkeräystelineitä ja erikokoisia suursäkkejä. Jäteasiat merkitään kerättävän jätelajin mukaan. Työmailla tehdään lisäksi materiaalivirtakaavio (jätehuoltosuunnitelman liite), josta työntekijät näkevät mitä eri jätelajeja kerätään erikseen.

Ahtaille työmailla voidaan eri jätelajit kerätä suursäkkeihin. Kalvomuovit voidaan kerätä kirkkaaseen muovinkeräyssäkkiin. Täydet säkit noudetaan keräyspisteestä pakkaavalla jäteautolla.

Heinon mukaan Lassila & Tikanojalta löytyy myös erikokoisia vaihtolavoja. Kalvomuovien erilliskeräys on lisääntynyt viime vuosina L & T:n sopimusasiakkaiden työmailla. Jari Heinon mukaan useammalla työmaalla pakkausjätteet kuten muovi kerätään puristimeen. Puristimien käyttö on työmailla yleistä. Heino kertoo että lajittelun on huomattu onnistuvan paremmin ja työmaa säästää samalla jätteen kuljetuskustannuksissa.

Myös Sihvari Oy tarjoaa kaikille sopimusasiakkaille lajittelukoulutusta tarvittaessa. Sopimusasiakkaille koulutus kuuluu sopimukseen, ainoat kustannukset ovat mahdolliset materiaalikustannukset. Yrityksen avainasiakaspäällikön mukaan he laativat jatkuvasti asiakkaidensa kanssa työmaan jätehuoltosuunnitelmia. Suunnitelman tekeminen kuuluu sopimusasiakkaalle palvelun hintaan.

5.7 Jätteen vastaanotto ja kierrätys

Jätehuollosta vastaava henkilö tekee yhden tai tarvittaessa useamman sopimuksen jätteen kuljetuksesta, vastaanotosta ja käsittelystä. (RT 69 -11183 2015, 8). Kierrätystoiminnan kehittämistä auttaa verkostoituminen jätehuollon asiantuntijoiden kanssa, esimerkiksi Lassila & Tikanojan kanssa. Jätehuoltosuunnitelmat ja työmaan henkilöiden perehdyttäminen tehdään yhteistyössä asiantuntijoiden ja rakennusliikkeen toimihenkilöiden kanssa. Jätehuoltopalvelun tarjoajan kanssa laadittava jätehuoltosuunnitelma sisältää:

- kerättävät jätelajit eri rakennusvaiheissa

- keräilyvälineet ja niiden sijoittelun työmaalla
- kuljetus- ja nostoreitit
- noutorytmit (aikataulun mukaan/ soitosta)
- jätejakeiden toimitus- ja käsittelypaikat
- siirtoasiakirjat ja niihin liittyvät käytännöt
- jäteraportit.

Lassila & Tikanojan käytäntönä on että jokaiselle alkavalle työmaalle tehdään yhdessä työnjohdon kanssa jätehuoltosuunnitelma. Siltä pohjalta määritetään asentajaryhmille omat lajitteluohjeet. Jätehuoltosuunnitelma tehdään kaikille L & T:n sopimusasiakkaitten työmaille veloituksetta. Jätehuoltoyrityksen tulee toimittaa lajitteluohjeet. (Heino 2016.) Laajoissa uudisrakennuskohteissa keräys- ja apuvälineet on syytä määritellä erikseen perustusvaihetta, runkovaihetta, sisävalmistus- ja kalustamisvaihetta varten. Kohteessa tapahtuvaa syntypaikkalajittelua voidaan tarvittaessa täydentää tai korvata lajittelemattoman rakennusjätteen laitospääkäsittelyllä. (RT 69 - 11183 2015, 8.)

Jätteenkäsittelymaksuja on mahdollista vähentää huolellisella lajittelulla. Paras hyötykäyttöaste saavutetaan kun seka- ja kaatopaikkajätteen määrä minimoidaan. Tarkemmat kustannussäästöarviot löytyvät kappaleesta 7: *Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutukset*. (Rakentamisen jätteet n.d.)

5.8 Muut tehostuskeinot

Materiaalitehokkaat toimintatavat iskostuvat työnteon rutiineiksi koulutuksen ja perehdytyksen kautta. Työnantajalla on keskeinen rooli työntekijöidensä ammattitaidon ylläpidossa ja kehittämisessä. Ympäristöhuollon ohjeiden tulee olla selkeitä ja motivoivia. Hävikin ehkäisyä voidaan tehostaa työnjohdon, työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden kannustimilla tai sakoilla. Urakkasopimuksissa voidaan määrittää enimmäishukkarajat.

6 Materiaalitehokkaan toiminnan kustannusvaikutukset

Jätehuollon kustannuksiin vaikuttavat materiaalitehokkuus, hankintojen sekä logistiikan suunnittelu ja toteutus. Lisäksi kustannustehokkuuteen voidaan vaikuttaa jätelajittelun optimoinnilla. Lajittelu voidaan toteuttaa työmaalla tai ulkoistettuna. Työmaan siisteys ja turvallisuus edistävät myös työmaan kustannustehokkuutta. (RT 69 - 11183 2015, 4.)

6.1 Kustannuksien muodostuminen

6.1.1 Toimituskustannukset

Rakennustarvikkeiden toimituskustannukset ovat osa logistiikkakustannuksia. Oheisessa taulukossa logistiikan kustannusosuudet on suhteutettu rakennustarvikkeiden ostohintoihin.



Kuvio 4. Logistiikkakustannusten suuruus tuoteryhmittäin

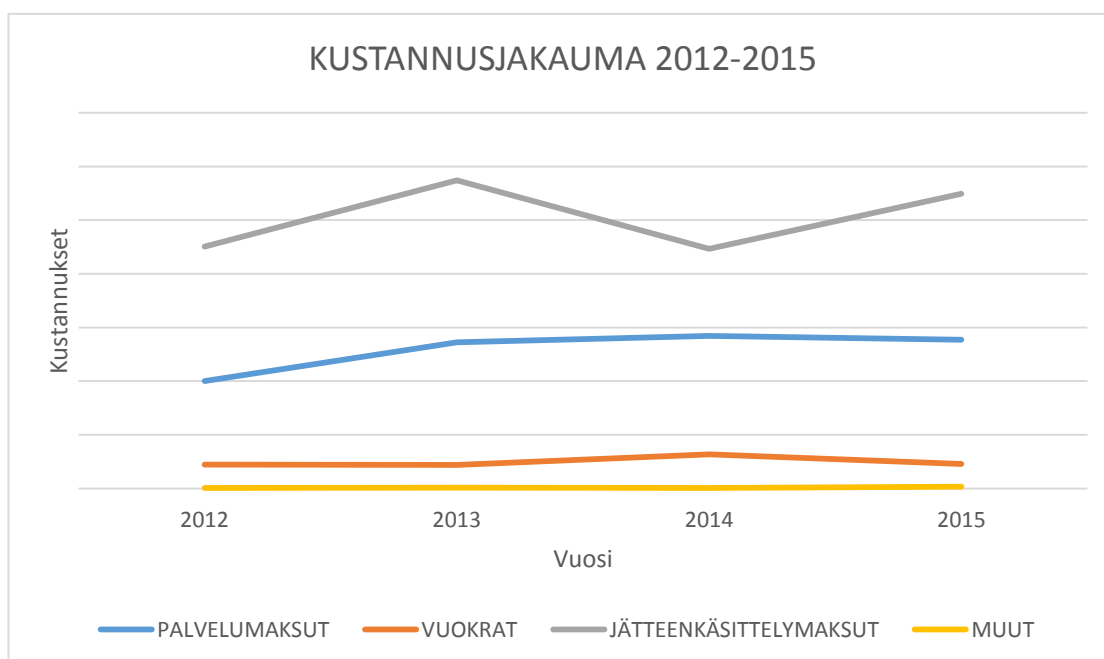
Taulukosta voidaan päätellä, että laudoituspuutavaran logistiikkakustannukset ovat kaikista suurimmat tuotteen hintaan verrattuna. ”Täydennystilaukset” tulevat tässä tapauksessa erityisen kalliiksi. Esimerkiksi Gyproc- kipsilevyjen toimitushinnat määräytyvät maakunnittain sekä toimituserän suuruuden mukaan. Rahti on halvin Pääkaupunkiseudun toimituksissa (Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kirkkonummi) ja kalleinta

toimitus on Lapinlääniin. Toimituserän suuruuden mukaan tarkasteltuna kustannukset ovat alhaisimpia suurien erien toimituksissa. Esimerkkinä toimitukset Keski-Suomeen: 30- 38 t:n toimitus 14,97€/tonni, 15-30t:n toimitus 18,80€/tonni ja 0-15 t:n toimitus 25,87 €/ tonni. Gyproc GN 13 Normaali 1200*3000 vakionippu painaa 1,663t (sisältää 54 levyä). (Rahtien, pakkauksien ja lisäpalvelujen nettohinnasto 2014.)

6.1.2 Jättekustannukset

Pakkaus- ja suojausmateriaalista ja siivouksesta koostuu iso osa sekajätteestä. Jätehuollon kustannustehokkuuteen vaikuttavat materiaalitehokkuus, jätelajittelun optimointi (ulkoistettuna tai työmaalla) sekä työmaan siisteys ja turvallisuus. Rakennusliike joutuu maksamaan jätteiden käsittelystä ja joissain tapauksissa myös niiden hyödyntämisestä. Jätteen määrän minimointi voi nostaa tuotannon kannattavuutta huomattavasti. Työmaalla tämä tarkoittaa tuotantomenetelmien ja prosessien kehittämistä ja materiaalien mahdollisimman tehokasta käyttöä. (Materiaalitehokas toiminta säästää luontoa ja rahaa 2008, 8.)

Lassila & Tikanojan tilastoissa Lujatalo Oy:n työmailta vuosina 2012- 2015 selviää mistä työmaan jätehuoltokustannukset muodostuvat. Kustannuksia on kerätty työmailta ympäri Suomea, sekä korjaus- että uudisrakennuskohteista. Tilaston mukaan suurin kustannuserä muodostuu jätteiden käsittelystä. Jätteiden hyödyntämisestä saatava taloudellinen hyöty on vielä pieni.



Kuvio 5. Jätekuustannusjakauma 2012- 2015 Lujatalo Oy: ssa Lassila & Tikanojan sopimustyömailla

Palvelumaksut sisältävät astioiden noudot ja viennit, astioiden tyhjennykset, veto- matkakustannukset, asennusmaksut, huoltomaksut sekä koulutus- ja asiantuntijapalvelut. *Jätteenkäsittelymaksuihin* kuuluvat jätteiden käsittelystä aiheutuvat kustannukset sekä hyötyjakeista saadut hyvitykset. Hyötyjakeiden hyvitykset ovat vähennetty jätteenkäsittelymaksuista ja taulukossa näkyy yhteenlaskettu summa. Mikäli hyvityksiä olisi käsittelymaksuja enemmän, arvo olisi negatiivinen. *Vuokrat* sisältävät laitteiden ja jäteastioiden vuokratkustannukset. *Muihin maksuihin* kuuluvat tarvike- ja keräysvälinemyynti. Sihvari Oy:n Avainasiakaspäällikkö Timo Vaarakallion mukaan kustannukset jakautuvat heidän yrityksessään seuraavasti: jätteen käsittelymaksut n. 60 %, kuljetus 35 % ja vuokrat ym. 5 %.

Varsinaisten jätehuoltomaksujen osuus jätekuustannuksista on siis pieni. Kustannuksia syntyy lisäksi materiaalihukkaan liittyvistä materiaalikuustannuksista sekä jätteen käsittelyn työpanoksesta. Merkittävimpiä kustannuseriä tuottavat jätteiden siirto, sisäiset kuljetukset sekä siivoaminen. Huonosti suunniteltu jätehuolto aiheuttaa turvallisuusriskejä työmaalle. Epäjärjestyksestä aiheutuvat työtaturmat aiheuttavat taloudellisia menoja. (RT 69- 11183 2015, 4.)

Rakennuksen tyyppi	Ominaisjättemäärät kg/r-m ³
Erilliset pientalot	11...15
Asuinkerrostalot	6...11
Toimistot	5...6
Teollisuusrakennukset, varastot	3

Taulukko 2. Uudisrakentamisen tyypilliset ominaisjättemäärät (RT 69- 11183 2015, 4).

Alla olevassa taulukossa on eritelty syntyvän jätteen määrä rakennustyypeittäin. Arvojen perusteella voidaan päätellä että pientalo- ja asuinkerrostalotyömailla jätteiden aiheuttamat kustannukset ovat muihin rakennustyyppisiin verrattuna suuret. Pienillä työmailla ylimääräiselle materiaalille on vaikeampaa löytää toista käyttökohdetta. Varastointitilat ovat tonteilla pienet ja työn suorittajat eivät osaa välttämättä huolehtia rakennustarvikkeiden suojaamisesta riittävän hyvin.

6.2 Kustannusvaikutusten hallinta

6.2.1 Rakennesuunnittelu

Ramboll Oy ottaa suunnittelussa huomioon materiaalitehokkuuden sekä uusiomateriaalien käytön. Yritys tarjoaa asiantuntijapalveluita, joilla pystytään vähentämään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä sekä korvaamaan niiden käyttöä uusiomateriaaleilla. Ramboll mainostaa nettisivuillaan, että asiantuntijapalvelujen avulla asiakkaat saavat pienempien ympäristövaikutusten lisäksi kustannussäästöjä sekä markkinaetua.

Uudisrakentamisessa hyödynnettävä palvelu on materiaalikatselmus. Materiaalikatselmuksella voidaan hallita materiaalivirtoja. Menetelmän avulla esimerkiksi tuotantoprosessissa käytetty materiaali, syntyvä jäte sekä ympäristöhaitat vähenevät. Materiaalikatselmus tehdään yrityksen ja konsultin yhteistyönä. Katselmuksessa havaittuihin parannuskohteisiin kehitetään toimenpide-ehdotuksia, joiden toteutettavuus, säästöpotentiaali ja investointitarpeet arvioidaan. (Materiaalitehokkuus & uusiomateriaalit n.d.)

6.2.2 Logistiikkapalvelut

Pääasiassa pääkaupunkiseudulla toimiva Suomen Rakennus Logistiikka Oy tarjoaa rakennusyrityksille monenlaisia logistiikkapalveluja. Logistisiin palveluihin kuuluvat materiaalien siirtopalvelut, raskaat teollisuushaalaukset, kone- ja kalustopalvelut, rakennustyömaan jätehuollon koordinointi sekä rakennussiivouspalvelut. Yrityksen projektipäällikkö Ilkka Jaakolan mukaan onnistuneella työmaalogistiikalla on mahdollista vähentää materiaalihukkaa ja materiaalien turmeltumista. Onnistuminen edellyttää työmaalle saapuvan materiaalin täsmällistä ohjausta JOT-periaatteen mukaisesti

ja riittäviä suunnitelmia. Näitä suunnitelmia ovat työmaan logistiikkasuunnitelma tai logistiikkaohje. Hankkeen koko vaikuttaa ohjauksen määrään. Jaakola kertoo, että isommilla rakennustyömailla työmaalogistiikkaa hoitaa usein erillinen työmaapalvelu- tai logistiikkaurakoitsija, joka koordinoi koko työmaan materiaalivirtoja.

Rakennus Logistiikka Oy tarjoaa työmaalla tilaajalle ja aliurakoitsijoille eri logistiikkapalvelujen lisäksi tilaajalle myös logistiikan valvonnan. ”Riippuen urakkaohjelman mukaisista velvoitteista ja vastuista valvomme työmaan logistiikan- ja siisteyden toteutumista ”aiheuttaja maksaa – periaatteella”. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että me valvomme, huomautamme ja dokumentoimme puutteista, esim. siisteys/järjestyspuutteesta tai materiaalien väärästä sijoituspaikasta. Tarvittaessa laskutamme suoraan tekemästämme työstä aliurakoitsijaa tilaajan valtuuttamana. Tällöin meidän sopimussuhteemme muodostuu aliurakoitsijan kanssa”, kertoo Jaakola.

Projektipäällikkö Jaakolan mielestä logistiikkapalvelujen käyttö on kannattavaa myös pienemmillä työmailla. Yritys siirtää rakennusmateriaaleja kerroksiin ja tiloihin urakalla, jolloin tilaajalla on aina ennalta tiedossa mitä jonkin materiaaliryhmän siirto maksaa. Esimerkkinä Ilkka Jaakola mainitsee kipsilevyjen, ikkunoiden, väliseinämateriaalien, kiintokalusteiden ja kodinkoneiden haalaukset.

Rakennus Logistiikka Oy: lla on toiminnanohjausjärjestelmän lisäksi käytössä erillinen sähköinen internetissä toimiva logistiikanohjausjärjestelmä, jolla koordinoidaan työmaalle saapuvia materiaalivirtoja, työmaaportteja ja rakennushissien ja torninosturien käyttöä. Toisin sanoen kyseessä on kalenterivarausjärjestelmä, johon aliurakoitsijoiden työnjohdolla on tunnukset ja johon työnjohto tekee varauksia. Järjestelmä auttaa työmaata seuraamaan reaaliajassa työmaalle saapuvia lähetyksiä ja resurssien käyttöä. (Jaakola 2016)

6.2.3 Käytettyjen rakennusmateriaalien hyödyntäminen

Käytetyn rakennustavaran myyjiä löytyy nykyään kasvavassa määrin. Seuraavassa on lueteltu muutamia toimijoita:

- Purkukolmio Oy, Satakunta
 - purkutyöt

- käytettyjen rakennustarvikkeiden ja -laitteiden kauppa
- työmaasuojien ja konttien vuokraus ja myynti
- Kierrätyskeskukset Suomenoja Espoo ja Koivukylä Vantaa
 - myynnissä rakennustarvikkeita kuten ovia, ikkunoita, wc-istuimia ja keittiön kaapistoja
- Purkutori, Helsinki
 - yrityksille ja yksityishenkilöille tarkoitettu purku- ja rakennustavaran sekä käytettyjen teollisuuslaitteiden, -laitteistojen ja -koneiden kaupapaikka
- Tampereen Rakennustori Oy
 - erikoisalueena ekorakentaminen ja rakennustarvikekierrätys yhdistettynä uusien tuotteiden myyntiin
 - käytettyjen rakennustarvikkeiden myynti varaosien muodossa
- Rakennustarvikkeiden kierrätystalo, Oulu
 - käytettyjä ja uusia rakennustarvikkeita (ovia, ikkunoita, LVI-tarvikkeita, kodinkoneita, keittiökalusteita ja kaapistoja)
 - valikoimassa rakennustarvikkeita remontoijalle ja rakentajalle
- EkoRaksa, Jyväskylä
 - Sovatek-säätiön hallinnoima rakennustarvikkeiden kierrätyskeskus
 - käytettyjä kierrätettyjä rakennustarvikkeita ja -materiaaleja
 - purku ja kuljetuspalvelu, vastaanottopalvelu, myynti, uusien tuotteiden poistoerien ”sisään osto”
- Kierrätyskeskukset Suomessa <http://www.kierratyskeskus.com/>
- Keltainen Pörssi, Huuto.net

Varaosapankin Antero Raidan mukaan Käytettyjen rakennusosien kysyntää on, ja pientä kasvuakin on havaittavissa, kun erilaisia rakennusosia kunnostetaan sisustuselementeiksi. Lahjoituksina saatavien rakennusosien saanti on vaikeutunut hieman sillä asiakkaat hakevat tarvitsemiaan esineitä suoraan purkutyömailta. Ostettavaksi rakennusosia Raidan kertoman mukaan riittää. Varaosapankissa myytävät käytetyt rakennusosat hinnoitellaan noin puoleen hintaan uuden hinnasta. ”Jos tuotetta tai vastaavaa on saatavissa kaupoissa, myös kunto ratkaisee hinnoittelua”, Raita kertoo. Tuotteen ollessa sellainen jota kaupasta ei saa, tuotteen hinnan määrää kunto ja sen

saatavuus. Antero Raidan mukaan hintaa peilataan muiden myyjien hintoihin sekä erikseen teetetyn tuotteen hintaan. Tällaisia rakennusosia ovat yleensä vanhat puiset peili-/pariovet.

Varaosapankin nettisivujen kautta myynti on mahdollista koko suomeen. Tuotteiden toimitus tapahtuu Matkahuollon tai Transpointin avulla haluttuun osoitteeseen. Toimituksen maksusta vastaa asiakas.

6.2.4 Rakennusjätteiden lajittelu

Lassila & Tikanojan Ympäristövastaavan, Jari Heinon laatimien laskelmien pohjalta on saatu tietoa rakennussekajätteen vähentämisellä aiheutuvista kustannussäästöistä.

Esimerkkikohteena oli uudisrakennuskohde, asuinkerrostalo. Kohteen koko on 18 000 m³ ja rakennusaika 13 kuukautta. Jätteen kokonaistavoitteeksi oli valittu 7 kg/m³ eli yhteensä 126 tn. Arviolaskelmat on laadittu helmikuussa 2015.

Jätejakeita positio 1:ssä oli 4: rakennussekajäte, sekalainen puujäte, betoni- ja tiilijäte sekä metallijäte. Ensimmäisessä positiossa jätteiden lajitteluun ei ole kiinnitetty erityistä huomiota. Positio 2:ssä rakennussekajätteen lajittelua on pyritty tehostamaan. Jätejakeita oli 7. Edellisten lisäksi erikseen kerättiin myös kuormalavat, kipsilevyjäte ja kalvomuovi/ pahvi. Rakennusjätteen määräytyivät eri jätejakeittain seuraavasti:

Jätejake (Pos1)	Osuus %
Rakennussekajäte	70
Sekalainen puujäte	23
Betoni- ja tiilijäte	5
Metalli	2

Jätejake (Pos2)	Osuus %	€/tn
Rakennussekajäte	40	110
Sekalainen puujäte	20	20
Kuormalavat	10	0,00
Betoni- ja tiilijäte	5	49,18
Kipsilevyjäte	5	0,00
Kalvomuovi/pahvi	18	0,00
Metalli	2	-100

Taulukko 3. Jätejakeiden prosenttiosuudet Positioissa 1 ja 2

Arviolaskelmassa oli esitetty eri jätelajien jätemaksut, jätteenkäsittelymaksut, kuljetusmaksut, punnitusmaksut sekä astioiden vuokrat. Verrattaessa kahta eri lajittelutilannetta jätteenkäsittelymaksujen ja punnitusmaksujen kokonaissumma laskivat jätelajien lisääntyessä. Vuokrat nousivat noin 40 % jätelajien määrän kasvaessa. Kaikki kulut huomioon ottaen päästiin seuraavaan lopputulokseen:

Kustannukset yhteensä	
Pos. 1	18146,434
Pos. 2	13440,834
Pos. 1 - Pos. 2	4705,60

Taulukko 4. Jätehuoltokustannukset Positioissa 1 ja 2

Tuloksesta voidaan päätellä että rakennussekajätteen määrää vähennettäessä päästään noin 5000 euron säästöihin.

Arviolaskelma oli tehty myös kahdelle muulle samanlaiselle kohteelle. Kohdevertailussa olivat Positiot 4 ja 5. Jätelajien kustannukset €/ tn olivat samat. Poikkeuksena edelliseen vertailuun oli se, että positiossa 4 eri jätelajeita oli 5. Positioon 1 verrattuna jätelajit olivat muuten samat mutta positiossa 4 myös energijae oli kerätty erikseen. Energijajeen hinnaksi oli ilmoitettu 69 €/ tn. Positiossa 5 jätelajit ja niiden prosenttiosuuden koko jätemäärästä olivat samat kuin positiossa 2.

Seuraavassa on esitelty toisen vertailutapauksen kootut tulokset.

Jätelaji (Pos4)	Osuus %
Rakennussekajäte	50
Sekalainen puujäte	23
Energijae	20
Betoni- ja tiilijäte	5
Metalli	2

Jätelaji (Pos5)	Osuus %	€/tn
Rakennussekajäte	40	110
Sekalainen puujäte	20	20
Kuormalavat	10	0,00
Betoni- ja tiilijäte	5	49,18
Kipsilevyjäte	5	0,00
Kalvomuovi/pahvi	18	0,00
Metalli	2	-100

Taulukko 5. Jätelajien prosenttiosuudet Positioissa 4 ja 5

Kustannukset yhteensä	
Pos. 4	17247,234
Pos. 5	13440,834
Pos. 1 - Pos. 2	3806,40

Taulukko 6. Jätehuoltokustannukset Positioissa 4 ja 5

Tässäkin tapauksessa rakennussekajätteen määrää rajoittamalla on päästy noin 4000 euron säästöihin. Jari Heinon mukaan parhaimmillaan Lassila & Tikanojan sopimustyömaille on saatu rakennussekajätteen määrää vähennettyä jopa 10 %:iin.

Sähköpostihaastattelun kautta sain tietoa Sihvari Oy:n Avainasiakaspäällikkö Timo Vaarakallion lausunnon onnistuneella jätehuollolla saatavista kustannussäästöistä. Vaarakallion mukaan lajittelun laiminlyönnistä tulee asiakkaalle merkittäviä kustannusvaikutuksia. Eri jätelajitukset käsitellään eri tavalla ja myös niiden käsittelymaksut ovat erilaisia. Normaalisti käsittelylaitokset veloittavat esimerkiksi vaihtolavalla olevan rakennusjätteen käsittelymaksut lavalla olleen kalleimman jakeen mukaisesti. Suurimmat lisäkustannuksen syntyvät jos asiakas laittaa rakennusjätelavalle vaarallisia jätteitä. Tällöin kustannukset ovat Vaarakallion mukaan erittäin kovia.

Kun asiakas lajittelee hyödynnettävät materiaalit, kuten pahvi ja kirkas muovi ja puhdas puujäte, kyseisistä jätteistä ei peritä käsittelymaksua ollenkaan. ”Mikäli asiakas laittaa normaalin rakennusjätteen lavalle muovin ja pahvin kanssa, hän maksaa koko kuormasta käsittelymaksua rakennusjätteen mukaan”, kertoo Timo Vaarakallio. Avainasiakaspäällikkö muistuttaa että asiakkaan kannattaa myös huomioida se, että kaikille jakeille ei kannata pienillä työmaille ottaa omaa keräysastiaa. Tällöin kuljetuskustannukset nousevat isoimmiksi kuin lajittelun laiminlyönti. Kannattavampaa on maksaa hieman kovempi käsittelymaksu.

Sihvari Oy:llä on tarjota erilaisia ratkaisuja rakennustyömaiden jätehuoltoon. Vaihtolavat ovat yleisin ratkaisu ja monesti asiakkaalle helpoin ratkaisu. Vaihtolavat ovat yleensä varustettu nostokorvakkeilla, jolloin niitä voidaan siirrellä työmaan torninosturilla. Vaarakallio kertoo että lisäksi löytyy esim. 140 – 660 l kokoisia jäteastioita, joita yleensä käytetään työmaaparakkien jätehuoltoon. Sihvarilta on tilattavissa myös

4 – 8 m³ etulastauskontteja. Niihin voidaan kerätä työmaalta tulevat pahvit tai pienissä kohteissa rakennusjäte.

6.2.5 Kulunvalvontajärjestelmät ja työturvallisuus

Kahdeksalla Lujatalon työmailla on käytössä ”leimauspurkki”- järjestelmä jolla valvotaan työmaan henkilöstön työaikoja sekä työmaaliikennettä. Lisäksi kolmella isommalla työmaalla on kokeiltu edistyneempiä liuku- ja pyöröporttijärjestelmiä työmaaliikenteen seurantaan.

Lujatalon turvallisuuspäällikkö Jukka Moilasen mukaan myös tavarakontteihin on suunniteltu sähköistä lukitusta. Konttien sähkölukitusta ei ole vielä kokeiltu, mutta sopiva pilottityömaata etsitään parhaillaan. Moilanen toivoo, että lukittavia työkalukontteja päästäisiin testaamaan vielä vuoden 2016 aikana. Konttiin pääsisivät Lujatalon oma henkilöstö omalla henkilökohtaisella kulkulätkällään. Ali- ja sivu-urakoitsijoilla ja mahdollisilla työmaavarkaila ei olisi tällöin suoraa pääsyä Lujatalon varastoita-vaan omaisuuteen. Työmaan porttien, sosiaalityökalujen ja työkalukonttien sähkölukituksen pystyy ajastamaan niin, että lukkojen avaaminen onnistuu vain tiettyinä kellonaikoina sekä päivinä. Kattavat turvajärjestelyt lisäävät Moilasen mukaan myös yrityksen imagoa työmaan ohikulkijoiden silmissä.

Jukka Moilanen kertoo että em. kulunvalvontajärjestelmä sekä sähkölukitukset ovat kustannuksiltaan kannattavia myös pienillä työmailla. Järjestelmän ominaisuuksia sekä laajuutta voidaan valita tarpeen mukaan. Sähköinen järjestelmä vaatii kuitenkin harjoittelua ennen käyttöönottoa sekä kunnan perehtymistä asiaan. Työturvallisuuspäällikön mukaan onnistuneella kulunvalvonnalla on mahdollista saavuttaa suuriakin materiaalikutannussäästöjä kun turhaa tavaraa ei tule työmaalle ja varkauksia pystytään ehkäisemään tehokkaammin.

Toinen materiaalitehokkuutta ohjaava apukeino, ”konttikauppa”, on kehittelyn alla. Tässä toimintamallissa Lujatalo tekisi tavarantoimittajan kanssa sopimuksen myyntikontista työmaa- alueella. Kontti olisi lukittu

sähkölukolla. Yhteistyökumppanin hoitamassa kontissa olisi ”karkkiauto-maateissa” erilaisia pientarvikkeita kuten ruuveja tai henkilösuojuimia. Kun urakoitsijan työntekijä käy hakemassa automaattista tarvitsemansa tuotteen, lasku menisi suoraan myyvälle yritykselle. Lujatalo jäisi siis las-kutuksessa välistä. Työnjohto näkisi suoraan eri tarvikkeiden menekit eri rakennusvaiheissa. Pientarvikkeiden tarjonta voitaisiin lisäksi määritellä rakennusvaiheen mukaan. Sisävalmistusvaiheen ja runkovaiheen pientar-vikevalikoima olisi siis erilainen.

Työmaalle tästä palvelusta jäisivät vain sähkökulut sillä kontin hommaa-minen olisi rakennustarviketoimittajan vastuulla. Moilanen katsoo että onnistuessaan tämä on työmaille enemmänkin palvelu kuin kustannus. Mahdollisia yhteistyökumppaneita on tällä hetkellä ainakin kiinnike- ja suojainpuolelta. Konttikauppaa ei ole vielä päästy kokeilemaan käytän-nössä. Kehittelytyö on kuitenkin käynnissä.

7 Materiaalitehokkaan toiminnan haasteet

Vielä nykypäivänä käytettyjen rakennusosien kysyntä on vähäistä. Uudel-leen käytettäville materiaaleille ja rakennusosille ei pystytä myöskään myöntämään pitkiä takuita. Materiaalien kierrättämiseen erikoistuneita yrityksiä on tullut vähitellen markkinoille. Kapasiteetti ja toiminta- ala ovat kuitenkin vasta kehittymässä ja rakennusalan yritykset eivät ole ky-seisistä palveluista tietoisia.

Energiatehokkuuden vaatimukset ovat kasvaneet ja ne on huomioitu myös rakennusmääräyskokoelmassa. Energiatehokkuus ja materiaalite-hokkuus ohjaavat rakentamista toisilleen vastakkaisiin suuntiin. Paksum-milla eristekerroksilla ja sandwich- elementeillä saadaan energiatehok-kaampia rakennuksia mutta samalla materiaalimenekki on suurempi. Li-säksi syntyy enemmän vaikeasta hyödynnettävää jätettä. Em. vaatimuk-set tulisi jatkossa yhdistää *ekotehokkuudeksi*, jossa optimoitaisiin energia- ja materiaalitehokkuuden tarpeet yhteiseksi ratkaisuksi. (Kojo & Lilja 2011, 10- 11.)

Materiaalien huolellisella pakkaamisella ehkäistään toimitusaikaisia vaurioita mutta samalla pakkausjätteen määrä kasvaa huomattavasti. Oikea-aikaisten toimitusten hankaluutena ovat pienten toimituserien kustannukset sekä toimitusvarmuuden riskit. Ympäristöinvestointeja suunnitelmassa on arvioitava aina niiden kannattavuutta. (RAMATE- työryhmä 2013, 3.)

Jätteiden lajittelun onnistumista työmaalla on tutkittu ja saatu selville työnjohdon mielipide lajittelun haasteista. Rakennusaikataulut on laadittu niin tiukoiksi, ettei jätehuollolle riitä riittävästi aikaa. Pienillä työmailla lajittelumahdollisuuksia on vaikea toteuttaa ja ahtailla tonteilla ei koeta olevan riittävästi tilaa usealle eri jätelavalle. (Kojo & Lilja 2011, 53.)

Haasteita materiaalitehokkuuden toteuttamiselle tuovat lisäksi taloudellinen kannattavuus, tiedon puute sekä vahvasti juurtuneet asenteet henkilöstössä. Sihvari Oy:n Timo Vaarakallio näkee juuri työntekijöiden asenteen olevan lajittelun suurin haaste. ”Vanhoille, kokeneille työntekijöille on muodostunut tietty tapa toimia joka on vaikea kitkeä pois”, kertoo Vaarakallio.

Jätelajittelupisteiden suojaus jää usein huomioimatta ja kierrätettävät jätteet pääsevät vaurioitumaan ennen uusiokäyttöä. Yleisin keräysväline rakennusjätteelle on vaihtolava. Esimerkiksi pahvin, puujätteen, kipsin ja kierrätettävän eristeen hyödyntämiselle on haittaa jätteen kastumisesta. Kastumista voidaan estää kannellisilla konteilla tai muilla vastaavilla keräysvälineillä.

8 Lujatalo Oy:n Materiaalitehokkuuskilpailu 2015

Materiaalitehokkuuskilpailuun osallistuivat kaikki Lujatalo Oy:n työmaat, jotka valmistuivat vuoden 2015 aikana. Kilpailun kriteereinä olivat työmaan jätehuoltokustannukset, joita verrattuun asetettuihin tavoitteisiin. Paras työmaa oli se, jolla oli prosentuaalisesti suurin alitus rakennusjätelitterassa verrattuna tavoitearvoon. Voittajatyömaa edustaa laadukasta ja materiaalitehokasta toimintaa.

Kilpailun voittaja julkaistiin helmikuussa 2016. Voittajatyömaan lajittelu-prosentti oli 50 %. Toteutuneet jätehuoltokustannukset alittivat tavoite-kustannusarvion reippaasti. Lopulliset kustannukset olivat 53 % tavoite-kustannuksista. Toiseksi tulleella työmaalla, asuinkerrostalotyömaalla Uu-simaalla, toteutuneet kustannukset olivat tavoitteesta 45,2 %.

Voittajatyömaan onnistumisen taustoja selvitettiin Lujatalon Ympäristö-asiantuntijan pitämässä haastattelussa. Työmaalla oli etukäteen tehty jä-tehuoltoon ja materiaalitehokkuuteen liittyviä suunnitelmia. Kuljetusten ja lavojen kiinteä hinta sovittiin etukäteen. Kuljetusmatka työkohteeseen oli yli 50 km. Tästä johtuen etsittiin kohteesta niitä rakennusosia, joissa oli mahdollista yhdenmukaistamaan. Vaihtoehtoiset ratkaisut esiteltiin tilaajalle hyväksyttäväksi. Haastateltava kertoo, että etukäteissuunnitte-lulla voidaan vaikuttaa materiaalitehokkuuteen huomattavasti. Työnjoh-don kannattaa kysyä mielipiteitä ja ideoita myös työntekijöiltä.

Jättemääriä seurattiin rakentamisen aikana kuukausittain ja kustannusseu-rantaa tehtiin päivittäin. Voittajakohteessa käytettiin materiaalitehok-kuuden keinoina:

- Väliseinät muutettiin alkuperäisistä suunnitelmista poiketen sa-manlaisiksi rakenteiksi
- kaikille lajiteltaville tuotteille oli omat keruupisteensä
- työntekijöitä ohjeistettiin viikoittain oikeisiin käytäntöihin ”kahvi-palavereissa”, joissa saatiin uusia ideoita myös työntekijöiltä työn johtoon päin
- Kuljetukset suunniteltiin paremmin kuin ennen johtuen pitkästä matkasta. Ajatuksena oli ”tuo tullessas, vie mennessäs”.

8.1 Materiaalitehokkuuskysely työmaan toimihenkilöille

Kilpailuun liittyen laadin työmaan toimihenkilöille suunnatun kyselyn. Ky-sely pidettiin 16.2.- 1.3.2016. Tarkoituksena oli tarkastella materiaalite-hokkuutta työnjohdon näkökulmasta. Kysely suunnattiin työmaille ja työnjohdolle. Sen avulla haluttiin selvittää mm. miten työmaiden mielestä

materiaalihukkaa saadaan pienennettyä ja mitkä olisivat tehokkaimpia keinoja kulujen karsimisessa. Samalla se toimi palautteena kilpailun laatijalle sen vaikutuksista työmaan toimintaan materiaalitehokkuuden edistämiseksi. Kysely oli suunnattu sekä uudisrakennustyömaille sekä korjauskohteisiin. Opinnäytetyössä on esitelty aiheen rajauksen mukaisesti tuloksia vain uudiskohteiden osalta.

Kysely toteutettiin sähköisenä SurveyPal-ohjelman avulla, linkki julkistettiin Lujatalon intrassa ja sähköpostilla. Materiaalitehokkuuskysely lähetettiin yhteensä 210 henkilölle. Vastauksia saatiin 40 kappaletta ja vastausprosentti 19 %.

Kyselyssä olevat kysymykset olivat laadittu pääasiassa ”rasti ruutuun” periaatteella. Lisäksi kysymyksiä muotoiltiin väittämien muotoon, johon vastattiin asteikolla 1= Täysin eri mieltä, 4= Täysin samaa mieltä tai EOS= ei osaa sanoa. Vastattavia kohtia oli yhteensä 29 kappaletta. Kysymykset oli jaettu aihealueittain otsikoiden alle.

8.2 Materiaalitehokkuuskyselyn tulokset

Maantieteellisesti luokiteltuna vastaajat jakautuivat seuraavalla tavalla: Uusimaa 42%, Pirkanmaa 8 % Itä- ja Keski- Suomi 33% ja Pohjanmaa, Pohjois- Suomi sekä Kaakkois- Suomi 6%. Uudisrakennushankkeita vastanneista oli 64 % ja korjaushankkeita 36 %

88 %:lle työmaista oli laadittu erillinen hankintasuunnitelma. Hankintasuunnitelma sisälsi hankintaluettelon, hankinta- aikataulun, hankintavastuut ja logistiikkasuunnitelman. 82 % vastanneista kertoi hankintasuunnitelman olevan työmaalla aktiivisesti käytössä.

Erillinen jätehuolto- ja kierrätysuunnitelma oli laadittu 82 %: lle työmaista. 73 % kertoi kyseisen suunnitelman olevan aktiivisessa käytössä. Työntekijöille järjestetyissä jätehuoltoinfoissa oli selvästi puutteita. 55 % kertoo, ettei työmailla ole järjestetty kyseistä opastusinfoa lainkaan.

Toimitustenohjauksessa eniten käytettyjä erityissuunnitelmia olivat aluesuunnitelma, yleis- ja rakentamisvaihe aikataulut ja viikkosuunnitelmat. Logistiikkasuunnitelma oli erityissuunnitelmista vähiten käytössä. Toimitustenohjauksen koettiin sujuvan työmailla hyvin. 48 % onnistumisprosentiksi 4/4. Lisäksi 78 % vastanneista oli täysin samaa mieltä väittämästä jolla todettiin onnistuneella toimituksenohjauksella olevan positiivinen vaikutus kustannuksiin.

Materiaalihukkaa on pyritty työmailla vähentämään seuraavaksi luetelluilla keinoilla. Eniten käytettyjä karsimiskeinoja olivat:

- Materiaalien oikeaoppisen varastoinnin ja suojauksen huomioiminen
- Määrämittaiset toimitukset
- Materiaalien siirtojen ja kuljetuksien etukäteissuunnittelu
- Turhan välivarastoinnin välttäminen
- Laskennan materiaalmäärien ja mittojen tarkistus työmaalla ennen tilausta ja tilausten vahvistamista

Vastaajat saivat luetella avoimeen kenttään muita materiaalihukan vähentämisen keinoja. Vastaukset painottuivat korjauskohteisiin sekä runkovaiheen työvaiheisiin. Työnjohdon tarkkaavaisuutta materiaalivirtojen seuraamisessa painotettiin useassa vastauksessa.

Suurimmaksi materiaalihukan aiheuttajaksi nousi selvästi materiaalin huolimaton varastointi ja suojaus. Toiseksi yleisin syy on vastaajien mielestä se, että työmaalle tilattua materiaalia käytetään muihin tarkoituksiin kuin on suunniteltu. Tämä on osaltaan seurausta työntekijöiden puutteellisesta ohjauksesta ja huonosta tiedottamisesta.

Lähes kaikilla Lujatalon työmailla on järjestetty lajittelumahdollisuus eri jätteille (97 %). Vain noin 11 % kertoo että sekalaista rakennusjätettä vastaanottavat yritykset suorittavat lajittelun omissa toimipisteissään. Yrityksen omat työntekijät ovat työnjohdon mielestä sitoutuneet hyvin jätteiden lajitteluun. Ali- ja sivu- urakoitsijoiden lajittelukäytännöissä on kuitenkin vastanneiden mukaan enemmän kehitettävää. 31 % vastanneista on joutunut jopa laskuttamaan sivu- tai aliurakoitsijaa laiminlyödyistä siivouksesta.

Kyselyyn vastanneilta kysyttiin lisäksi kilpailun vaikutusta materiaalitehokkuuden huomioimiseen työmaalla. Kyselyyn vastanneista n. 53 % oli täysin tai jokseenkin samaa mieltä, 23 % ei osannut sanoa. Jätteiden määrää oli kuitenkin pyritty vähentämään aktiivisesti ja työmaan toimihenkilöiden mielestä jätteenhallintatavoitteisiin päästiin melko onnistuneesti. Kyselyyn vastanneet toimihenkilöistä 68 % oli sitä mieltä, että materiaalitehokkuuden lisäämiseen kaivattaisiin vielä lisää toimintaohjeita ja esimerkkejä.

9 Pohdinta

9.1 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön näkökulma laajentui heti alkuvaiheessa jätteiden käsittelyn kustannuksista laajempaan materiaalitehokkaan toiminnan tehostamisen tarkasteluun. Mukaan otettiin tietoa elinkaariajatteluun painottuvasta hankesuunnittelusta jätteiden lajitteluun ja vastaanottoon saakka.

Valitsin tiedonkeruun avuksi haastattelut, joilla toivoin saavani ajankohtaista tietoa sekä toimijoiden omia kokemuksia esiin. Vastauksia sain kerättyä melko hyvin. Haastattelukysymyksiä lähetettiin useammalle vanhoja rakennusosia myyville yrityksille, mutta vain yksi heistä vastasi. Rakennesuunnittelun puolelta haastattelua pyydettiin Ramboll Oy:ltä mutta he eivät työkiireidensä vuoksi ehtineet lopulta vastaamaan.

9.2 Opinnäytetyön tulokset ja niiden luotettavuus

L&T ei toimi kaikilla alueilla, vuosisopimus kattaa Uudenmaan, Hämeen, Pirkanmaan, Kaakkois-Suomen, Pohjois-Suomen, Mikkelin ja Jyväskylän (2016 lähtien). Tämän vuoksi haastattelu tehtiin myös toisen jätehuoltopalveluita tarjoavan yrityksen, Sihvari Oy:n, kanssa. Tarkoituksena ei ollut kilpailuttaa hintoja yritysten välillä, vaan selvittää kuinka paljon yritysten tarjoamat palvelut eroavat toisistaan. Lisäksi saatiin useampia näkemyksiä jätehuollon ja lajittelun onnistumisesta rakennustyömailla.

Johdanto- osuus materiaalitehokkaaseen toimintaan perustuu lähes kokonaan RT-kortteihin sekä alan kirjallisuuteen. Tämän vuoksi pidän sitä luotettavana tietona.

Materiaalitehokkaan toiminnan kehittämisen keinoja kerättiin haastatteluina. Pääasiassa tieto painottui alan yrityksen toimintakertomukseen ja kokemusperäisiin tietoihin. Haastattelutuloksia analysoitaessa oli hyvä huomioida, että vastauksista heijastui hieman myös omat mielipiteet, ”ammattiylpeys” ja oman yrityksen markkinointi. Kerätty tieto antaa kuitenkin näkökulmaa ja uusia vaihtoehtoja vanhoihin käytäntöihin. Haastateltavat olivat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että materiaalitehokkaalla toiminnalla sekä materiaalivirtojen etukäteissuunnittelulla on mahdollista karsia kustannuksia.

Jätteiden lajittelukäytännöistä ja niiden kustannusvaikutuksista saatiin hyvää tietoa L& T:n aluemyyntipäällikkö Jari Heinon esimerkkilaskelman avulla. Laskelma antaa kuitenkin suuntaa antavaa tietoa, sillä todellisiin kustannuksiin vaikuttaa myös esimerkiksi maantieteellinen sijainti (kuljetuskustannusten suuruus). Laskelmalla pystyttiin kuitenkin selvästi todistamaan että jätteiden lajittelulla on mahdollista saavuttaa kustannussäästöjä.

Materiaalitehokkuuskilpailu 2015 oli suunnattu sekä uudisrakennus ja korjauskohteille. Laatimani kyselyn aihepiiri oli siis laajempi mitä opinnäytetyöni rajattu aihe. Työmailta tulleet vinkit materiaalitehokkuuden lisäämiseen painottuivat korjauskohteisiin ja runkotyövaiheeseen. Tämä oli odotettavissa, sillä ne ovat suurimpia materiaalihukkaa aiheuttavia töitä. Kyselyn avulla sain kuitenkin hieman tietoa työntekijöiden asenteista jätteiden lajitteluun sekä ympäristöhuollon nykytilasta työmailla.

Jätteiden lajitteluun liittyvissä asenteissa oli pientä hajontaa. Työmaan toimihenkilöiden mielestä omien työntekijöiden motivaatio lajitteluun oli hyvä, mutta aliurakoitsijoiden lajittelukäytännöissä olisi parantamisen varaa. Jätehuoltopalveluita tarjoavien yritysten mielestä taas suurin materiaalitehokkaan toiminnan haaste on työntekijöiden asenteet lajittelua kohtaan. Materiaalitehokkuuskyselyn tulosta on syytä tulkita hieman varauksella. Työnjohto on saattanut vastauksissa hieman kaunistella työntekijöidensä jätekäytäntöjä. Toisaalta jätehuoltoyritys ei pysty antamaan tarkkaa lausuntoa siitä, miten yrityksen omat työntekijät suoriutuvat jätteiden käsittelystä verrattuna aliurakoitsijoihin.

Useampi haastateltava oli sitä mieltä, että materiaalitehokkaaseen toimintaan panostaminen on kannattavaa kaiken kokoisilla työmailla. Logistiikkapalveluita sekä

materiaalivirtojen hallitsemiseen tarkoitettuja palveluita on mahdollista räätälöidä vastaamaan työmaan tarpeita. Lisäksi etukäteissuunnittelun merkitys korostui. Esimerkiksi materiaalitehokkuuskilpailun voittajatyömaa katsoi juuri tarkkojen etukäteen tehtyjen suunnitelmien olleen avainasemassa jätteen määrän vähentämisessä.

9.3 Tulosten hyödyntäminen

Tehtyjen haastattelujen perusteella sain selville että materiaalitehokkaat toimintatavat ovat vielä kehitysvaiheessa. Työmaan logistiikassa on vastausten perustella vielä parannettavaa, vaikka työmaan toimihenkilöiden mielestä toimitusten ohjaus sujuu pääasiassa hyvin. Lajittelukäytännöt ovat pikkuhiljaa iskostuneet jokaisen työntekijän toimintatapoihin, mutta aliurakoitsijoiden motivoinnissa on vielä tekemistä. Opinnäytetyön tiedonkeruun kautta saatiin selville että materiaalitehokkaan toiminnan edistäminen vaatii vielä lisäopastusta sekä selkeämpiä esimerkkejä toimintatapoihin.

Materiaalitehokkuuskilpailuun liittyneen kyselyn avulla saatiin esiin työmaan näkökulmaa materiaalitehokkuuden kehittämiseen. Tärkeimmäksi onnistumisen avaimeksi työnjohto mainitsi työn laadun valvonnan. Opinnäytetyöllä pyrin osoittamaan että materiaalitehokkuuteen voidaan vaikuttaa myös monilla muilla tavoilla. Resurssitehokas toiminta on monen tekijän summa, joka kattaa sisälleen työn valvonnan lisäksi logistiikkaa, jätteiden oikeaoppista lajittelua, hankesuunnittelua sekä toimitusten ohjausta. Yrityshaastattelujen perusteella kerättiin tietoa erilaisista vaihtoehtoista.

Jatkossa kyselyn tuloksia sekä opinnäytetyötä on tarkoitus käyttää kehitettäessä tarkempia ohjeita materiaalitehokkuutta varten. Opinnäytetyöni keskittyi vain uudisrakennuksen sisärakennusvaiheeseen. Suurin osa jätteistä syntyy kuitenkin purkutyömailla. Tämän vuoksi saneerauskohteiden materiaalitehokasta toimintaa voitaisiin tutkia tarkemmin.

Lähteet

Bargstädt, H-J., Voigtmann, J. 2010. Construction logistics planning by simulation. Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference. Bauhaus-University Weimar. Germany.

Benton, W.C. Jr., McHenry, L.F. 2010. Construction Purchasing & Supply Chain Management and. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Ekovilla rakenneopas. N.d. Seinäeristämisessä huomioitavaa. Viitattu 27.1.2016.
<http://www.ekovilla.com/ohjeet/rakenneopas/>

Elinkeinoelämän keskusliitto. 2008. Materiaalitehokas toiminta säästää luontoa ja rahaa. Viitattu 24.2.2016.
http://pda.ek.fi/multimagazine/EK_2008/materiaalitehokkuus/web/2008/fi/index.php

Heino, J. 2016. Aluemyyntipäällikkö. Ympäristöpalvelut. Lujatalo Oy. Sähköpostihaastattelu 6.2.2016.

Jaakola, I. 2016. Projektipäällikkö. Suomen Rakennus Logistiikka Oy. Sähköpostihaastattelu 28.2.2016.

Joutsenmerkityt tuotteet. N.d. Pohjoismainen ympäristömerkki - Joutsenmerkki nettisivut. Viitattu 17.1.2016.
<http://joutsenmerkki.fi/tuotteet-palvelut/tuotealueet/2/>

Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. 2015. Ympäristöministeriön nettisivut, Lainsäädäntö ja ohjeet. Viitattu 17.1.2016.
http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistonsuojelun_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Jatealan_lainsaadannon_kokonaisuudistus

Jätehuoltoyhdistys Ry. N.d. Ratkaisuja muovin kierrätykseen. Viitattu 28.2.2016.
<http://www.jateplus.fi/jateplus-22014/ratkaisuja-muovin-kierratykseen/>

Jättemateriaalien hyödyntäminen. 2015. Lassila & Tikanoja Ympäristönetti, Raportit. Viitattu 14.2.2016.
<https://extra.lassila-tikanoja.fi/sites/ymparistonetti/Reports/Sivut/jatemateriaalien-hyodyntaminen.aspx>

Karvonen, L., Lassi, U., Kuokkanen, T. 2011. Oulun Yliopiston kemiallisen laitoksen raporttisarja. Materiaalitehokkuuden edistäminen Ympäristölainsäädännön keinoin. Oulu: Oulu University Press.

Keppo, J. 2003. Sisärakennetyöt - Talonrakentajan käsikirja 2. Rakentajan tietokirjat Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Kojo, R., Lilja, R. 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen, Ympäristöministeriön raportteja 21/2011. Viitattu 11.12.2015.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41495>

L 5.2.1999/132. Maankäyttö ja rakennuslaki. Viitattu 13.12.2015. Valtion säädöstietopankki Fin-lex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 19.4.2012/179. Valtioneuvoston asetus jätteistä. Viitattu 14.12.2015. Valtion säädöstietopankki Fin-lex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 10.9.1999/895. Maankäyttö- ja rakennusasetus. Viitattu 13.12.2015. Valtion säädöstietopankki Fin-lex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 205/2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Viitattu 13.12.2015. Valtion säädöstietopankki Fin-lex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 527/2014. Ympäristönsuojelulaki. Viitattu 14.12.2015. Valtion säädöstietopankki Fin-lex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 646/2011. Jätelaki. Viitattu 20.12.2015. Valtion säädöstietopankki Fin-lex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja - suunnittelu ja rakentaminen. Rakennustieto Oy. Tampere: Tammerprint Oy.

Malkki, L. 2015. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu, ohjaus ja jälkitarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala, rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu 3.3.2016.
<https://www.theseus.fi/handle/10024/102531>

Manninen, J. 2016. Työpäällikkö. Lujatalo Oy. Pirkko Airaksisen haastattelu 16.2.2016.

Materiaalitehokkuus & Uusiomateriaalit. N.d. Ramboll Suomi nettisivut, Ympäristö ja terveys. Viitattu 5.3.2016.
http://www.ramboll.fi/palvelut/vesi_ja_ymparisto/jatehuolto/materiaalitehokkuus-uusiomateriaalit?WT.srch=1&ppc=g

Materiaalitehokas rakentaminen. N.d. Ympäristöosaava.fi. nettisivut. Viitattu 1.2.2016. <http://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22806>

Moilanen, J. 2016. Työturvallisuuspäällikkö. Lujatalo Oy. Haastattelu 16.2.2016.

Neuvonen, P. 2000. Rakentajan ekotieto - uudisrakentaminen. Rakennustieto Oy. Tampere: Tammer- Paino Oy.

Rahtien, pakkauksien ja lisäpalvelujen nettohinnasto. 2014. Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. Viitattu 20.1.2016.
<http://www.gyproc.fi/tilaa-ja-lataa/hinnastot-ja-toimitusehdot>

Raita, A. 2016. Toiminnanjohtaja. Varaosapankki. Sähköpostihaastattelu 8.2.2016.

Rakennusteollisuuden nettisivut. N.d. Kansallinen materiaalitehokkuusohjelma tähtää kestävään kasvuun. Viitattu 14.2.2016.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Kansallinen-materiaalitehokkuusohjelma/>

Rakentamisen jätteet. N.d. Lassila & Tikanojan nettisivut. Viitattu 11.1.2016.
http://www.lajitteluapuri.fi/yritykset/rakentamisen_jatteet

Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma. 2014. Toim. Hakaste, H., Peuranen, E. RAMATE-työryhmän loppuraportti. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RAMATE-työryhmän loppuraportti. 2013. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma. Loppuraportti, versio 24.10.2013. Viitattu 21.1.2016.
http://www.ym.fi/fi-FI/Rakentamisen_materiaalitehokkuusohjelman%2826979%29

RIL 216-2001. 2001. Rakenteiden elinkaaritekniikka. Suomen Rakennusinsinöörien liitto PIL R.Y.

RT 14-11103. SisäRYL 2013. RAKENNUSTÖIDEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET, TALONRAKENNUKSEN SISÄTYÖT. RT-kortisto, Rakennustieto Oy.

RT KI-6021. 2011. RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU JA OHJAUS. RT-kortisto, Rakennustieto Oy.

RT 69-11183. 2015. RAKENTAMISEN JÄTEHUOLTO. RT- kortisto, Rakennustieto Oy.

S- 1227. 2010. TYÖMAAN TOIMITUSTEN SUUNNITTELU JA OHJAUS. RT- kortisto, Rakennustieto Oy.

S- 1191. 2000. RAKENNUSTYÖN MATERIAALILISÄT JA –HUKAT. RT- kortisto, Rakennustieto Oy.

Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma. 2016. Ympäristöministeriön nettisivut. Jätteet ja jätehuolto. Viitattu 20.1.2016. <http://www.ymparisto.fi/valtsu>

Vaarakallio, T. 2016. Avainasiakaspäällikkö. Sihvari Oy. Sähköpostihaastattelu 18.2.2016.

Viinikainen, M. 2015. Rakennesuunnittelu. Lehtorin luentomateriaali 16.9.2015 Jyväskylän Ammattikorkeakoulussa.

Ympäristöministeriö. 2013. Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. Viitattu 16.1.2016.
[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen energia ja ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien ymparistovaikutukset ja materiaalitehokkuus](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset_ja_materiaalitehokkuus)

Ympäristöministeriö. 2015. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus. Lainsäädäntö ja ohjeet. Viitattu 15.1.2016.

<http://www.ym.fi/fi->

[FI/Ymparisto/Lainsaadanto ja ohjeet/Ymparistonsuojelun valmisteilla oleva lainsaadanto/Jatealan lainsaadannon kokonaisuudistus](http://www.ym.fi/fi-Fi/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistonsuojelun_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Jatealan_lainsaadannon_kokonaisuudistus)

Wegelius-Lehtonen T., Pahkala S., Nyman H., Vuolio H., Tanskanen, K. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan. Tehokkaat materiaalitoimitukset. Helsinki: Kyriiri Oy.